

R. 2738



FUNDACIÓN
JUANELO
TURRIANO

h.3

3h/390.

FUNDACION JUANELO TURRIANO
BIBLIOTECA



FUNDACIÓN
JUANELO
TURRIANO



FUNDACIÓN
JUANELO
TURRIANO



FUNDACIÓN
JUANELO
TURRIANO



FUNDACIÓN
JUANELO
TURRIANO

CARTILLA
DE
MAQUINAS DE VAPOR



FUNDACIÓN
JUANELO
TURRIANO

CARTILLA
DE
MÁQUINAS DE VAPOR

POR
EUGENIO AGACINO Y MARTÍNEZ

DUODÉCIMA EDICIÓN

CÁDIZ

—
LIT. Y TIP. DE F. RODRÍGUEZ DE SILVA
1909

R. 2738
S. 43/20



FUNDACIÓN
JUANELO
TURRIANO

UNION DE LA RAZA

ÍNDICE SINTÉTICO

	<i>Páginas</i>
Noticia histórica del origen, progreso y desarrollo de las máquinas de vapor	1
CAP. I.—Elementos de Mecánica y Física indispen- sables para el estudio de las máquinas. . . .	77 98
CAP. II.—Calderas y aparatos accesorios de las mismas	99 174
CAP. III.—Máquinas y elementos auxiliares que las acompañan.	175 258
CAP. IV.—Combustibles	259 272
CAP. V.—Fórmulas, tablas y datos de caracter práctico, útiles para los Maquinistas	273 292
CAP. VI.—Ejercicios prácticos	293 317
CAP. VII.—Legislación vigente sobre material de Máquinas y Maquinistas navales	318 344
APÉNDICE — Buques con turbinas de vapor en 1906	345 348



NOTICIA HISTÓRICA

DEL

ORÍGEN, PROGRESO Y DESARROLLO

DE LAS

MAQUINAS DE VAPOR

Blasco de Garay.—En 1539 realizó la primera experiencia de hacer andar, estando el viento y la mar calma, una nao de 250 toneles, á razón de una legua por hora.

El sistema, al cual llamó *ingenio*, no era otro que ruedas de madera de forma rudimentaria y tosca, movidas por hombres. El número de éstos, necesarios en el caso dicho, era de 18, y de 6 el de ruedas en la primera experiencia á que nos referimos.

Branca.—En 1629 proyectó una máquina de rotación con fuerza impulsiva de vapor de agua. Fué el primero en intentar, aunque en orden muy empírico, la aplicación útil del vapor como fuerza.

Torricelli.—En 1630 descubre la existencia de la presión atmosférica; acontecimiento este de gran resonancia en el mundo científico y que tanto empleo había de alcanzar después en la máquina de vapor con aplicación práctica.

Ottone de Guericke.—En 1634 realizó tal série de



experiencias, que hizo á todos familiar el descubrimiento de la presión atmosférica. Fué también el inventor de la máquina neumática.

Papin.—En 1695, este célebre físico francés, trató de obtener el vacío mediante el vapor de agua.

En 1707 y en orden á ensayo ó experimentación, logró dar movimiento á una pequeñita embarcación de ruedas, mediante el empleo de una máquina movida por vapor.

Thomas Newcomen.—En 1710 inventó una máquina de vapor, dando forma práctica al pensamiento de Papin, de producir el vacío en una cara del émbolo ó pistón, por la condensación.

Humphrey Portes.—Ideó el movimiento automático de la válvula de distribución.

Henry Beighton.—Lo perfeccionó, dando estructura mecánica á la idea de Portes.

James Watt.—En 1776 encontró la relación que media entre la temperatura, la tensión y el volumen del vapor: asimismo el consumo de carbón necesario para evaporar una cantidad de agua dada.

En 1778 inventó la *máquina de doble efecto*, que sustituyó muy ventajosamente á la *máquina atmosférica*, proyectada por Newcomen.

En ese mismo año ideó la envuelta ó *camisa de vapor*, y fué el primero en reconocer y proclamar la importancia del *volante* en la máquina fija.

En 1784 adoptó la combinación del balancín para transformar el movimiento rectilíneo del yástago del émbolo en movimiento rotatorio ó circular continuo. Proyectó asimismo una variedad de válvulas para la introducción, distribución y expansión del vapor.



Fué en ese mismo año también, en el que esta celebridad—á quien tanto deben los progresos de la mecánica—inventó el *paralelógramo* que lleva su nombre, el *regulador* de fuerza centrífuga, el *manómetro* de mercurio, el *tubo de nivel*, y el *indicador* para medir la fuerza desarrollada en el cilindro.

James Burnsay.—En 1788 este inventor americano, célebre por sus descubrimientos relacionados con la navegación, ideó diversos tipos de calderas con tubos de agua, que fueron patentados en Inglaterra, pero sin llegar á alcanzar aplicación práctica.

Murdoch.—Colaborador de Watt en muchos de sus importantes trabajos, inventó la *máquina de cilindros oscilantes*.

Treithick.—Primer ingeniero que introdujo la aplicación del vapor á alta presión, probando con éxito la superioridad del mismo, bajo el importante punto de vista de la economía de combustible.

William Symington.—En 1802 probó en el Clyde el primer buque de vapor de algún carácter práctico, y al cual llamó *Charlotte Dundas*.

Robert Fulton.—En 1803 realizó una navegación por el Sena con un vapor de su invención, á la marcha de cuatro millas por hora.

Con posterioridad y en 1807 recorrió la distancia de 157 millas de Brooklyn á Albany en el *Hudson* en 32 horas, retornando en el corto espacio de 30. Este fué el primer viaje de consideración realizado con un buque de vapor, movido por propulsor de ruedas.

Arthur Woolf.—Inventor en 1804 de la *expansión* sucesiva del vapor, mediante el paso del fluido de unos á otros cilindros.



Smith.—Primero que aplicó con algún éxito á la navegación fluvial y costera, la hélice (1835-1837.)

El primer vapor de hélice se llamó *Arquímedes*: era de 237 toneladas y se construyó en el Támesis en 1839.

Su invento de la hélice fué perfeccionado, ó por mejor decir, complementado con los pozos para suspenderlas del agua cuando así conviniera, y con la disposición de hacerlas *locas* ó desconectadas de la máquina.

Samuell Hall.—Introdujo en 1838 el condensador de superficie, que más tarde fué generalmente aceptado, al resolverse por Spencer la dificultad que provenía de las dilataciones y contracciones de los tubos para la circulación.

S. E. Fletcher.—En 1853 ideó el tiro forzado con departamento de calderas herméticamente cerrado y aumento artificial de la presión del aire.

W. Armstrong.—En 1866 inventó el acumulador hidráulico, que ha servido después entre otras aplicaciones prácticas, á la de dotar á los buques de aparatos de este género.

John Elder.—Dió carácter práctico en 1870 á la máquina *compound*.

A. C. Kirk.—En 1874 proyectó para el vapor *Propontis* la primera máquina de triple expansión. Vencidas algunos años después las dificultades para construir calderas que pudieran resistir la presión de 10 atmósferas, esta máquina ha tomado carta de naturaleza, se extiende su aplicación, y puede estimarse como la más prácticamente utilitaria entre las conocidas hasta el día.

1878.—Empezó á emplearse el procedimiento de



usar agua dulce en la alimentación de las calderas marinas, sistema hoy por completo generalizado.

John Thornycrofh.—En 1879 llegó á obtener excelentes resultados, con las aplicaciones que hizo del tiro forzado, sistema Fletcher, en algunos torpederos.

Weir.—Notable mecánico á quien las máquinas modernas le deben la mayor parte de los aparatos auxiliares complementarios, como *calentadores de alimentación, evaporadores, bombas automáticas de alimentación de marcha lenta*, y otros.

Howden.—En 1887 empleó el tiro forzado en cenicero cerrado, proyectando aire á la temperatura de 66 grados centígrados en horno y cenicero.

Vivian B. Lewes.—Propagador del empleo de filtro para el agua de condensación destinada á las calderas.

Martín.—En 1890 ideó el tiro forzado por inducción.





FUNDACIÓN
JUANELO
TURRIANO

CAPÍTULO I

Elementos de Física y Mecánica indispensables para el estudio de las Máquinas

1. Cuerpos.—2. Divisibilidad de la materia.—3. Fuerzas.—4. Trabajo mecánico.—5. Dinamómetros.—6. Sistemas de fuerzas.—7. Teoría de los momentos.—8. Centros de gravedad.—9. Movimiento.—10. Máquinas simples.—11. Palanca.—12. Momento de una fuerza.—13. Poleas.—14. Torno ó cabrestante.—15. Cuña.—16. Hélice.—17. Rosca ó tornillo.—18. Ruedas dentadas.—19. Rendimiento de una máquina.—20. Resistencias pasivas.—21. Caballo de vapor.—22. Peso específico.—23. Principio de Arquímedes.—24. Principio de Pascal.—25. Ley de Mariotte.—26. Ley de Gay Lussac.—27. Atmósfera.—28. Calor.—29. Termómetro.—30. Calorías.—31. Vapor.—32. Manómetros.—33. Vapor saturado y recalentado.—34. Calor latente.—35. Condensación.—36. Bombas y sifones.

1.—Cuerpos.

Cuerpo es todo lo que está sometido á la acción de la gravedad ó pesantez: mejor dicho, todo lo que tiene peso.

Se nombran sólidos, líquidos y gaseosos.—Los *sólidos* cambian difícilmente de forma y volumen, ejemplo: el que presentan á las temperaturas ordinarias, las piedras, las maderas y todos los metales, menos el



mercurio.—Los *líquidos* cambian muy fácilmente de forma y con grandes dificultades de volumen, ejemplo: el agua, los aceites, los espíritus, los ácidos, etc.—Los *gaseosos*, cambian fácilmente de forma y su tendencia constante, es aumentar de volumen, ejemplo: el aire, el vapor de agua y todos los que se designan con el nombre de *gases* y *vapores*, que están por tanto comprendidos en este estado.

La diferencia de estados físicos es un efecto de la temperatura. La mayor parte de los cuerpos pueden presentárenos bajo los tres estados dichos, ejemplo: el agua á temperatura inferior de 0° del termómetro, *sólido*; si ésta crece, *líquido*; y si alcanza los 100 grados del termómetro centígrado, empieza la ebullición y con ella la producción del vapor en cuyo *gas* se transforma.

Los líquidos y gases se denominan también *fluidos*. Los primeros generalmente se les nombra *fluidos incompresibles*, y los gases, *fluidos elásticos*.

2. Divisibilidad de la materia.

Llámanse divisibilidad, la propiedad que poseen todos los cuerpos de poder ser convertidos en partículas *indefinidamente* pequeñas, sin perder por esto ninguna de sus propiedades características.

Los líquidos volátiles y ciertas sustancias olorosas, nos proporcionan ejemplos admirables de divisibilidad. La naturaleza nos suministra ejemplos de divisibilidad mucho más admirables. La gota de sangre humana que puede suspenderse de la punta de una aguja, contiene más de un millón de glóbulos rojos esféricos.



Estos ejemplos prueban que la *divisibilidad* de la materia es indefinida. Esta divisibilidad no es sin embargo *infinita*. Suponiendo se emplearan procedimientos de división más perfectos de los que hoy disponemos, se llegaría á un límite infranqueable, el *átomo*, volumen que las fuerzas naturales no pueden dividir ni alterar.

Llámanse *molécula* un grupo de átomos que representa la partícula más pequeña de una sustancia químicamente definida, que puede existir en estado individual y aislado.

Únicamente las moléculas son cosa semejante á los cuerpos y de los cuales solo se diferencian en las dimensiones. El volumen y la forma de los cuerpos quedan determinados por las posiciones relativas de sus moléculas, mientras que las relaciones de posición de los átomos que componen esas moléculas, distinguen á los cuerpos en lo relativo á sus propiedades químicas.

Las fuerzas que obran sobre las moléculas para formar los cuerpos y que se llaman fuerzas moleculares, son dos: la *cohesión* que trata de aproximarlos y la *repulsiva* que obra contrariamente. Cuando predomina la primera, los cuerpos afectan el estado sólido: del equilibrio de las dos, resulta el líquido; y la superioridad de la última, determina el estado gaseoso.

La fuerza que con más ó menos intensidad mantiene unidos los átomos para formar las moléculas, se llama *afinidad química*. Conviene no olvidar que todo lo dicho respecto á átomos, moléculas, cohesión, fuerza repulsiva y afinidad química, son hipótesis para explicarse la formación de los cuerpos; pero hipótesis al fin.



3. Fuerzas.

Fuerza es una causa extraña cualquiera, capaz de producir un movimiento, modificarlo ó destruirlo.

Es cualidad inherente á la materia y á los cuerpos por ella formados, la negación que los caracteriza para por sí propios animarse, detenerse si en movilidad se encuentran, ó modificar su estado. Esta propiedad negativa, llámase *inercia*. Puede definirse con toda claridad diciendo, es la ineptitud de la materia para pasar por sí sola del estado de reposo al de movimiento ó al contrario.

Lo completamente opuesto á la inercia, es la fuerza.

Ejemplos: si un bote parado arranca de pronto, los cuerpos de los tripulantes se inclinan á popa; si por el contrario, estando en marcha es bruscamente detenido, los cuerpos ván hacia proa.

Si un caballo parado parte bruscamente, lo más fácil es venga el jinete al suelo y hacia atrás; si en rápida carrera es detenido, la caída será hacia adelante.

Para poner en movimiento una rueda ó volante de gran peso, se necesita un esfuerzo; y también una vez adquirido el movimiento, se requiere otra fuerza análoga para detenerlo.

La resistencia que hay que vencer para que el volante pase del estado de reposo al de movimiento ó viceversa, es la inercia: el agente que para ello se emplea, la fuerza.

Las diferentes manifestaciones de la fuerza, son:

La *atracción universal*, que toma el nombre de *gravedad* ó pesantez cuando se ejerce entre la tierra y los cuerpos situados en su superficie ó á ella próximos; su



efecto particular sobre cada cuerpo, es llamado el *peso* de este cuerpo y se valúa en kilogramos; de *cohesión*, cuando se ejerce entre las moléculas de los cuerpos; se le llama también en este caso, *acción, atracción ó fuerza molecular*.

La gravedad atrae hacia el centro de la tierra todos los cuerpos, determina la caída de las aguas, la presión atmosférica é indirectamente las corrientes del aire ó vientos que tan importante papel juegan en la industria de la navegación.

La cohesión se opone á las otras manifestaciones de fuerza que tienden á deformar los cuerpos sólidos; y si ellos son elásticos, le hace adquirir la forma primitiva tan luego cesa la causa que produjo la deformación.

El *calor*, que aumenta el volumen de los cuerpos, los hace relativamente más lijeros, los convierte en vapor, y por estos diferentes efectos permite la continuidad en la producción de lluvias y vientos: también se utiliza en las máquinas para producción del vapor por el intermedio del agua.

La *electricidad*, otra manifestación de fuerza utilizada en multitud de aplicaciones industriales.

La *fuerza magnética*, puesta de manifiesto en la brújula.

La *fuerza muscular* de los hombres y animales.

Todas estas manifestaciones de la fuerza se llaman *fuerzas motrices*, y se encuentran ó residen en los *motores*, distinguiéndose los últimos con la denominación de *motores animados*.

Quando un punto material está obligado á girar alrededor de un centro, tiende continuamente á sepa-



rarse de él, según una dirección tangencial á la circunferencia descrita.

La fuerza que impide al punto separarse del centro, se llama *fuerza centrípeta*; y la fuerza igual á ésta pero *contraria* en su tendencia y sentido, denomínase *fuerza centrífuga*, y de ella se hace mucha aplicación en las máquinas.

El mayor esfuerzo que puede ejercer un hombre tirando ó empujando horizontalmente, es de 50 á 60 kilogramos. Y el que es capaz con los dos brazos, llega hasta 80.

El mayor peso que puede soportar es de 150 kilogramos, y el máximo en un instante, de 450. Lo que puede levantar varía entre 200 y 300.

La fuerza media de las mujeres es igual á la de un adulto de 15 á 16 años, y á lo más los dos tercios de la del hombre.

4. Trabajo mecánico.

Siempre que la causa general que hemos convenido en llamar *fuerza*, se emplea útilmente en la industria en cualquiera de las manifestaciones anteriormente explicadas, produce dos efectos: 1.º una *presión* ó *tracción* destinada á vencer una resistencia; 2.º un movimiento del cuerpo que esta resistencia presenta. Este doble efecto es á lo que se llama *trabajo mecánico*, conviniendo acostumbrar la imaginación á la idea, de que la palabra trabajo envuelve en sí siempre el doble concepto de fuerza y movimiento.

Se determina una fuerza por su *punto de aplicación*, por su *dirección* y por su *intensidad*. Más claro: por el punto sobre que obra; por la recta, según la cual tiende



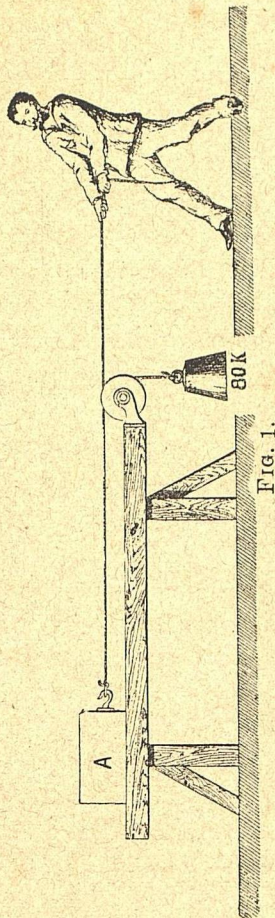
á mover el punto, y por la magnitud ó valor, referido á otra tomada por unidad.

Ejemplo: un bote atraviesa un canal, mediante un cabo ó cuerda que amarrado en su proa llevan desde la orilla opuesta algunos marineros.

El punto de aplicación será el de amarre; la dirección, aquella en que la tracción se efectúa; y para apreciar la intensidad, necesario será comparar el esfuerzo empleado con la unidad adoptada para medirla.

Se comparan las fuerzas con los pesos de los cuerpos, y se ha tomado como término de comparación ó unidad de fuerza, el kilogramo; es decir, el esfuerzo desarrollado sobre un cuerpo por un peso de un kilogramo (un decímetro cúbico de agua destilada á la temperatura de 4° centígrado) y que como sabemos, tiende á llevarlo al centro de la tierra.

Podemos, pues, decir, que medir una fuerza es buscar su intensidad; ó todavía mejor, hallar cuantas veces contiene á la otra fuerza que se toma como unidad.



Ejemplo: Un hombre H (*fig. 1*) comunica á un cuerpo A que atrae hacia sí horizontalmente, el mismo movimiento que un peso P de 80 kilogramos que actuase sobre este cuerpo por el intermedio de una polea.

El esfuerzo desarrollado por este hombre representará una intensidad de 80 kilogramos.

5. Dinamómetros.

Se mide la magnitud de una fuerza con la ayuda de los *dinamómetros*.

Estos son instrumentos formados de uno ó varios resortes de acero, que se encurvan más ó menos bajo

la acción de la fuerza que se quiere medir, y han sido de antemano sometidos á soportar pesos conocidos, á fin de poder graduarlos.

Los dinamómetros son de diversas clases y con graduaciones muy distintas. Daremos idea de uno de los más sencillos (*fig. 2*).

Un resorte horizontal ba está fijado en b ; una curvatura en forma de gancho permite suspender en el punto a diferentes pesos; bajo la acción de estos pesos conocidos, el resorte toma las diferentes formas ba' , ba'' , ba''' . Estos puntos a , a' , a'' , a''' , podrán ser marcados en un cuadrante ó sector, y toda fuerza que en las mismas condiciones produzca idéntico efecto, será

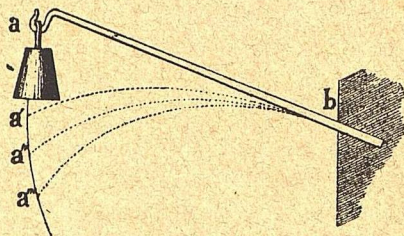


FIG. 2.

igual á la que ha dado la curva trazada ó inscrita sobre el cuadrante.

Todos los dinamómetros fundados en los resortes, tienen el inconveniente de que éstos ván perdiendo su elasticidad con el uso, y llegan, por último, á errores muy grandes.

De las consideraciones apuntadas se infiere que dos fuerzas son consideradas como iguales, cuando son capaces de producir igual flexión en el dinamómetro. En general, dos fuerzas cualesquiera están en la relación de $\frac{m}{n}$, si los dos pesos que producen la misma flexión que ellas están en la relación de $\frac{m}{n}$.

La unidad de *trabajo mecánico* es el *kilográmetro*; trabajo necesario para elevar un kilogramo á un metro de altura, ó más generalmente para vencer una resistencia de un kilogramo y conducirlo un metro en la dirección de la fuerza.

Para medir un cierto trabajo mecánico se determina el número de kilogramos de la fuerza que se emplea y el número de metros recorridos por el punto de aplicación de la misma: el producto de estas cantidades numéricas, dará el trabajo expresado en kilogrametros; pero si la fuerza no se utiliza en la misma dirección en que se aplica ó comunica al punto de aplicación, entonces el producto anteriormente obtenido hay necesidad de multiplicarlo por el coseno del ángulo que estas dos direcciones forman.

Ejemplo: Un vapor vá remolcando á otro; el dinamómetro que se coloca sobre el remolque indica 2.000 kilogramos; cuando ambos buques hayan recorrido 100 metros, el trabajo efectuado por el remolcador,



siguiendo la dirección del remolque, será $2.000 \times 100 = 200.000$ kilogrametros. Pero si el remolcador no sigue la dirección exacta del remolque, sino que con ella forma un ángulo de 40° , por ejemplo, el trabajo mecánico será de 200.000 kilogrametros \times coseno 40° .

6. Sistemas de fuerzas.

Los *sistemas de fuerzas* pueden reducirse á los siguientes:

a).—*Fuerzas concurrentes que obran en una misma dirección.*

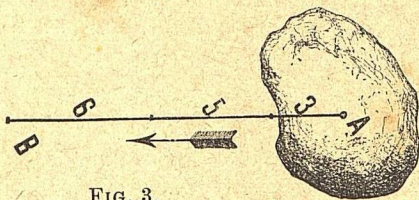


FIG. 3.

El cuerpo representado por la figura 3, está sometido á la acción de tres fuerzas, cuyos valores son 3, 5 y 6 kilogramos respectivamente.

Todas aplicadas al punto A y obrando en la misma dirección A B. La resultante de estas fuerzas es una igual á la suma y actuando en el mismo sentido. Es decir, que en el caso considerado, las tres componentes dadas equivalen á una de 14 kilogramos, obrando en el sentido indicado por la flecha.

b).—*Fuerzas concurrentes que obran en direcciones opuestas.*

El cuerpo representado en la figura 4 está sometido á la acción de tres fuerzas. Dos de 3 y 5 kilogramos en el

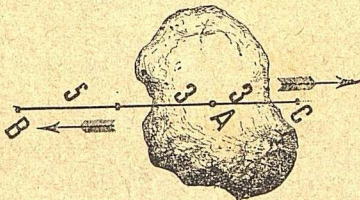


FIG. 4.



sentido AB y una de 3 kilogramos en el de AC . Las dos de 3 en opuesto sentido se anulan, y solo queda la de 5 en la dirección AB .

De lo expuesto se deduce, que para componer muchas fuerzas que obran en un punto pero en sentido contrario, se hace preciso sumar las que obran en el mismo sentido, restar la menor de las sumas de la mayor y la diferencia representa la resultante.

c).—*Dos fuerzas aplicadas á un punto en diversas direcciones.*

Si dos fuerzas AB y AC están aplicadas en un punto A de un cuerpo y en direcciones distintas, conforme se manifiesta en la figura 5, la resultante de ambas estará representada en magnitud y dirección por la diagonal del paralelogramo construido sobre dichas fuerzas.

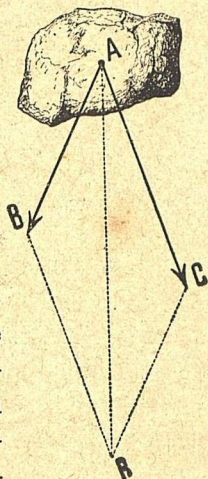


FIG. 5.

d).—*Varias fuerzas aplicadas á un punto en diversas direcciones.*

Si en lugar de dos solamente, fuesen varias las fuerzas consideradas, obtendríamos la resultante de todas ellas, determinando primero la de dos cualesquiera, después la de esta resultante hallada y la tercera, y así sucesivamente. La última obtenida será la buscada.

e).—*Dos fuerzas paralelas.*

La resultante de dos fuerzas paralelas A y B y en el mismo sentido aplicadas á dos puntos de un cuerpo (fig. 6), es igual á su suma y dirigida en un plano pa-

ralelamente á cada una de ellas y en el mismo sentido: además, las distancias CB y CA , medidas sobre las perpendiculares bajadas desde el punto de aplicación de esta resultante á las direcciones de las dos fuerzas, son inversamente proporcionales á las magnitudes de ellas.

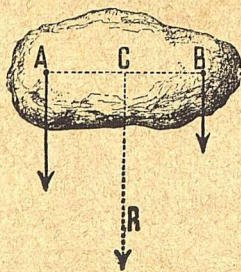


FIG. 6.

La resultante R (fig. 7) de dos fuerzas paralelas y en sentido contrario, AB de 7 kilogramos y CD de 4, se busca del siguiente modo:

Se supone que la fuerza AB es la resultante de dos fuerzas CH y R de 4 y 3 kilogramos respectivamente, de la forma, magnitud y dirección que la figura señala. Como las fuerzas DC y CH iguales y contrarias se anulan en el sistema considerado, solo queda la R , que es la resultante buscada.

Dicho se está, que si las dos fuerzas propuestas fuesen paralelas, iguales y de contraria dirección, no tendrían resultante.

f) — *Varias fuerzas paralelas.*

La resultante de muchas fuerzas paralelas obrando unas en un sentido y otras en el contrario, se determina hallando primero la resultante de cada grupo, por el procedimiento de ir las considerando dos á dos. Así llegamos á obtener la resultante de las que obran en un sentido y la de las que

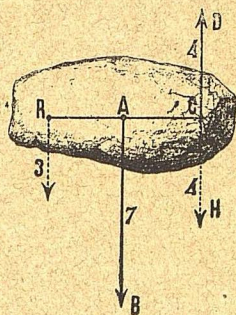


FIG. 7.

lo efectúan en el opuesto. Queda, pues, el problema reducido en último término á la composición de dos fuerzas paralelas y en sentido contrario, cuya solución no puede por su sencillez ofrecer duda alguna.

g).—*Dos fuerzas paralelas iguales y de sentido contrario.*

Si tratáramos de buscar su resultante por el procedimiento anteriormente apuntado y por otro cualquiera lo mismo, hallaríamos que era cero; es decir, que tal sistema de fuerzas no tiene resultante única: y como por otra parte es evidente que tal sistema tiende á producir un movimiento de rotación en su plano, nos encontramos con un sistema que podríamos llamar *simple*, por lo mismo que una sola fuerza no admite simplificación. A tal sistema se le dá el nombre de *par*.

7. Teoría de los momentos.

Momento de una fuerza con relación á un punto, es el producto de esta fuerza por la perpendicular bajada á la dirección de la misma desde el punto de referencia.

Esta perpendicular es el *brazo de palanca*. Y el punto con relación al cual los momentos se consideran, el *centro de los momentos*.

El momento de la resultante de dos fuerzas concurrentes con relación á un punto situado en el mismo plano con las fuerzas, es igual á la *suma* ó á la *diferencia* de los momentos de las componentes, según que el punto de referencia esté fuera del ángulo que forman las direcciones de las fuerzas ó dentro.

Cuando un punto material está sometido á la acción de varias fuerzas en el mismo plano con el punto, que tienden á imprimirle un movimiento de rotación, las



unas en un sentido y las otras en sentido contrario, el momento de la resultante es igual á la suma de los momentos de las fuerzas que lo llevan en un sentido, disminuída en la suma de las fuerzas que tienden á conducirlo en el opuesto; ó en otros términos, el momento de la resultante general es igual á la suma algebraica de los momentos de las componentes.

El momento de un par con relación á un punto cualquiera de su plano, es la suma algebraica de los momentos de cada una de las fuerzas. Siendo las fuerzas iguales y paralelas, el momento resulta igual á la magnitud de una de las fuerzas por la distancia entre las líneas de acción de ambas. A esta distancia se llama *brazo de palanca* del par.

Un sistema de fuerzas paralelas estará en equilibrio, cada vez que el momento de la resultante de estas fuerzas con relación á un punto ó con relación á un plano, sea nulo.

8. Centros de gravedad.

Gravedad es la fuerza en virtud de la cual los cuerpos abandonados á sí mismos, caen, es decir, se dirigen al centro de la tierra. La dirección de esta fuerza se llama la *vertical* y es la línea recta que siguen los cuerpos en su descenso, la cual se determina por la plomada en equilibrio, ó sea la dirección de un hilo en equilibrio que lleva en un extremo un peso cualquiera.

La gravedad actúa sobre todas las moléculas de los cuerpos, porque la experiencia demuestra que en el vacío, es decir, en un espacio privado de aire, cuerpos de masas desiguales, como una bala de plomo y una esfera de corcho, caen desde la misma altura con igual velo-



cidad; deduciéndose de este hecho, que las moléculas de un cuerpo que caen, descienden todas de la misma manera que si estuvieran unas junto á otras, sin ningún enlace entre sí; de modo que la acción de la gravedad se ejerza sobre todas las moléculas y con igual intensidad en cada una de ellas.

La intensidad de la gravedad varía en razón inversa del cuadrado de la distancia del cuerpo al centro de la tierra, porque no es más que un caso particular de la ley de la atracción universal, en virtud de la cual los cuerpos en la naturaleza se atraen en razón directa de las masas é inversa del cuadrado de las distancias.

Centro de gravedad de un cuerpo, es el punto por el cual pasa constantemente la resultante de los pesos de sus diversas moléculas, cualquiera sea la posición que tome este cuerpo.

Todo cuerpo que tiene *centro* ó *eje* de simetría, tiene su centro de gravedad en su centro ó en el eje.

Centro de gravedad de las líneas.—Se ha generalizado la noción, puramente física, del centro de gravedad, extendiéndola á los casos, exclusivamente geométricos é ideales, de las superficies y de las líneas.

Una superficie que no tiene grueso y una línea que solo tiene una dimensión, no pueden ser pesados y carecen, por tanto, de centro de gravedad.

Pero es lícito imaginarse que las superficies y las líneas estén divididas, unas en elementos superficiales y otras en elementos lineales, á los que se suponen aplicados pesos proporcionales á sus dimensiones. Estas *fuerzas virtuales* tienen una resultante única igual á su suma, y aplicada en un punto que se llama *centro de gravedad* de la superficie ó de la línea.



Toda figura plana que tiene un centro, un diámetro ó un eje de simetría, su centro de gravedad se encuentra en este punto ó sobre esta recta.

El centro de gravedad de una recta de magnitud determinada, se halla en la mitad de su longitud.

El C de G de una *línea quebrada regular* se halla sobre el eje de simetría, á una distancia del centro de la circunferencia inscrita, que es cuarta proporcional á la longitud de la línea quebrada, á su cuerda y al radio del círculo circunscrito.

El C de G de un *arco de círculo* está situado sobre el radio de simetría, á una distancia del centro que es cuarta proporcional á la longitud del arco, á la cuerda y al radio.

El C de G del *contorno ó perímetro de un triángulo* es el centro del círculo inscrito en el triángulo, es decir, el punto de cruce de las bisectrices de sus ángulos.

Centros de gravedad de las superficies.—El centro de gravedad del *área de un triángulo* está situado sobre la recta que une un vértice cualquiera con el punto medio del lado opuesto, al tercio de la distancia á partir de la base, ó á los $\frac{2}{3}$ á partir del vértice.

El C de G del *área de un trapecio* se halla en la intersección de la recta que une los puntos medios de las bases con una paralela á éstas, situada á una distancia de la base mayor representada por

$$x = \frac{a}{3} \times \frac{B+2b}{B+b}$$

siendo a = altura, B = base mayor, b = base menor.

El C de G de un *cuadrilátero* cualquiera, se hallará tirando sus diagonales y determinando los centros de



gravidad de cada uno de los cuatro triángulos así formados: únanse después cada par de centros opuestos, y en el punto de intersección estará el centro de gravedad.

El C de G de un *sector circular* se encuentra sobre el radio medio á una distancia

$$x = \frac{4}{3} R \frac{\text{sen } \frac{1}{2} \alpha}{\alpha} = \frac{2 c R}{3 l}$$

á partir desde el centro del círculo.

c = cuerda del arco del sector, α ángulo del sector, l = arco del sector, R radio del sector.

El C de G de un *segmento de corona circular* se halla sobre el radio de simetría á una distancia

$$x = \frac{4}{3} \times \frac{R^3 - r^3}{R^2 - r^2} \times \frac{\text{sen } \frac{1}{2} \alpha}{\alpha}$$

R y r = radios: α = ángulo de los radios extremos.

El C de G de un *semicírculo*.

$$x = \frac{4}{3} \times \frac{R}{\pi} = 0,424 R$$

R = radio del círculo.

El C de G de un *segmento de círculo*

$$x = \frac{c^3}{12 A}$$

c = cuerda del segmento; A = área del segmento.

El C de G de la superficie lateral de un *prisma* ó de un *cilindro*, se encuentra en el punto medio de la



recta que une los centros de gravedad de los perímetros de las bases.

El C de G de la superficie lateral de una *pirámide* ó de un *cono*, se halla sobre la recta que une el vértice con el centro de gravedad del perímetro de la base, al tercio de ésta ó á los $\frac{2}{3}$ del vértice.

El C de G de la superficie lateral de un *tronco de pirámide*, está situado sobre la recta que une los dos centros de gravedad de los perímetros de las bases, á una distancia del de la mayor expresada por

$$x = \frac{1}{3} H \times \frac{L + 2l}{L + l}$$

x = distancia del C de G al del perímetro de la base mayor.

H = distancia entre los centros de gravedad de las bases.

L = lado de la base mayor; l = lado homólogo de la base menor.

Nota.—Suponiendo $L = l$ la pirámide se convierte en un prisma, y esta ecuación dá

$$x = \frac{1}{2} H.$$

El C de G de cualquier figura plana, se encuentra dividiéndola en triángulos y determinando el centro de gravedad de cada uno de ellos; se unen dos de estos centros y se determina el común á ambos; éste se une con un tercero, y así sucesivamente. El último centro común será el centro de gravedad pedido.

Centro de gravedad de los volúmenes.—El C de G



del volumen de un *prisma* ó de un *cilindro* se halla en el punto medio de la línea que une los de las bases.

El C de G de una *pirámide* ó *cono* se encuentra sobre la recta que une el vértice con el centro de gravedad de la base, al cuarto á partir de ésta ó á las $3/4$ á partir del vértice.

El C de G del volumen de un *tronco de cono* ó de *pirámide* está situado sobre el eje, á una distancia de la base mayor representada por

$$x = \frac{1}{4} a \frac{(R+r)^2 + 2r^2}{(R+r)^2 - Rr}$$

x = distancia del C de G á la base mayor; R, r radios de las bases; a = altura del tronco.

9. Movimiento.

Se dice que un cuerpo está en movimiento, cuando ocupa sucesivamente diversas posiciones en el espacio.

Al tratar de cuerpos en movimiento, conviene acostumbrar la imaginación á ver en él tres cosas esenciales que lo caracterizan; tiempo empleado por el móvil de una posición á otra, *espacio recorrido*, y la *fuerza* que ha ocasionado el movimiento.

Movimiento continuo, es aquel que no experimenta modificación alguna en toda su duración; el movimiento aparente del Sol y las estrellas alrededor de la Tierra, puede servir como ejemplo.

Movimiento alternativo, el que se produce sucesivamente en dos sentidos diferentes; el brazo de un hombre que lima, el movimiento de un émbolo, permiten formarse clara idea del mismo.



Movimiento periódico, el que se interrumpe por tiempo más ó menos largo; el fenómeno de las mareas puede servir de ejemplo.

Movimiento rectilíneo, cuando la trayectoria ó camino que recorre el cuerpo es una línea recta.

Movimiento curvilíneo, cuando la trayectoria ó camino que recorre el cuerpo es una curva y es producido por el cambio de dirección que experimenta el cuerpo en cada uno de los instantes que dura el movimiento.

Movimiento uniforme, aquel en que el cuerpo recorre ó camina espacios iguales en tiempos iguales.

Movimiento variado, aquel en que el cuerpo recorre ó camina en tiempos iguales espacios desiguales.

Movimiento uniformemente variado, cuando hay proporcionalidad entre las variaciones de la velocidad y los tiempos durante los cuales el movimiento variado se verifica.

Movimiento uniformemente acelerado, cuando la velocidad *aumenta* proporcionalmente al tiempo.

Movimiento uniformemente retardado, cuando la velocidad *disminuye* proporcionalmente al tiempo.

Por *velocidad* en el movimiento uniforme debe entenderse, el espacio recorrido por el móvil en la unidad de tiempo.

La unidad de tiempo es el segundo.

Un barco con marcha uniforme de 36 kilometros en la hora, debe decirse tiene una velocidad de $\frac{36.000 \text{ metros}}{3.600 \text{ segundos}}$
 $= 10 \text{ metros por segundo.}$

El valor de la velocidad es constante en esta clase de movimiento.



La *velocidad angular* en el movimiento circular uniforme, es el ángulo que gira el móvil en la unidad de tiempo; la rapidez del movimiento se mide por el valor de su velocidad angular.

Ejemplos de algunas velocidades

	Kilómetros en la hora	Metros al segundo
Un hombre al paso	4'32	1'20
— — á la carrera	—	5'00
Caballo al paso	3'60	1'00
— — trote	8'00	2'22
— — galope	16'00	4'44
— inglés de carrera	—	15'00
Velocípedo	16'00	4'44
Buque á vapor	18'00	5'00
— — rápido	30'00	8'33
Tren de mercancías	20'00	5'55
— correo	40'00	11'11
— expres	60'00	16'94
— máxima velocidad	110'00	30'55
Bala de fusil	—	600.000
— de cañón de tiro rápido	—	800.000
La Tierra alrededor del Sol, kilómetros al 1"		30
La electricidad, kilómetros al 1"		180 000

10. Máquinas simples.

Las *máquinas* son unos aparatos destinados á transmitir la acción de las fuerzas y producir un movimiento ó un equilibrio.

La condición mecánica que tiene lugar en toda máquina, y que es, por tanto, una ley general en todas ellas, es que el producto de la intensidad de la fuerza motriz por el camino que recorre su punto de aplicación en un tiempo dado, es siempre igual á la inten-



sidad de la fuerza resistente multiplicada por el camino que recorre su punto de aplicación en el mismo tiempo; es decir, que si representamos por P y Q las intensidades de la fuerza motriz y de la fuerza resistente, y por e y e' las longitudes de las líneas que en un mismo tiempo trazan los puntos de aplicación de estas dos fuerzas, se tendrá en toda máquina

$$P \times e = Q \times e'.$$

La igualdad de estos productos no puede alterarse; pero sí cabe modificar sus factores P y e .

En efecto; si suponemos que P sea menor que Q , el espacio e tendrá que ser mayor que el e' ; de suerte que si la fuerza motriz es menor que la fuerza resistente, el espacio que recorre el punto de aplicación de la primera, tendrá que ser mayor que el de la segunda, y para que estos espacios se anden en el mismo tiempo, tendrá que ser el trabajo desarrollado por la fuerza motriz á mayor velocidad que el de la resistente.

Para que un aparato se pueda llamar con propiedad máquina, es necesario que nos proporcione medios para cambiar una ó más de las tres cosas siguientes: 1.^a, la dirección de la fuerza motriz; 2.^a, la brevedad del movimiento, y 3.^a, el género del movimiento; esto es, que si el producido por la fuerza motriz es seguido, el producido por el útil de la máquina sea alternado ó al contrario.

Las máquinas se dividen en *simples* y *compuestas*: estas últimas las forman la reunión y diversas combinaciones de las simples.



11. Palanca.

Se entiende por *palanca*, una barra rígida de cualquier forma en libertad de girar alrededor de un punto fijo llamado *punto de apoyo*.

Una palanca está ordinariamente solicitada por dos fuerzas situadas en el mismo plano. La que tiende á producir

el movimiento se llama *potencia*, para distinguirla de la que por el contrario se opone á él y es nombrada *resistencia*.

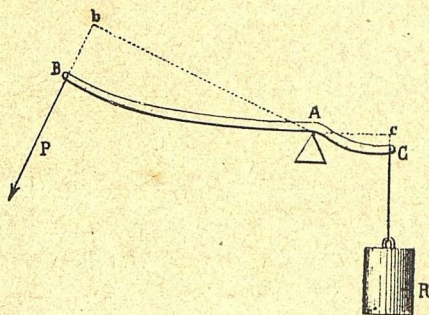


FIG. 8.

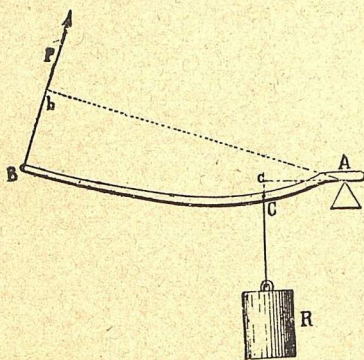


FIG. 9.

En la palanca se distinguen tres géneros, ó por mejor decir, hay tres géneros de palanca. En la *palanca de primer género* (fig. 8), el punto de apoyo A está situado entre los puntos de aplicación de la potencia *P* y de la resistencia *R*.

Los balancines en las máquinas de vapor; las balanzas ordinarias y romanas; los espeques ó barras, utilizados para levantar ó

mover pesos considerables, si el punto de apoyo queda entre la potencia y la resistencia, ejemplos son de las palancas de esta especie.

En la de *segundo género* (fig. 9), la resistencia R está colocada entre el punto de apoyo A y la potencia P .

Un remo en acción ofrece un ejemplo de esta clase de palanca.

La potencia está en el guión; el punto de apoyo en la pala contra el agua, y la resistencia en la chumacera ó tolete. Por efecto de la movilidad del líquido, el punto de apoyo no conserva una fijeza absoluta.

En la de *tercer género* (fig. 10), la potencia P está situada entre el punto de apoyo A y la resistencia R .

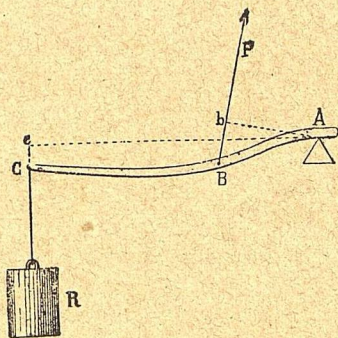


FIG. 10.

La disposición de las válvulas de seguridad de las calderas y el pedal del aparato que los torneros usan, ofrecen ejemplos de este género de palanca.

Por *brazo de palanca* de una fuerza con relación á un punto se entiende, la longitud de la perpendicular bajada desde el punto á la dirección de la fuerza ó á su prolongación.

En las tres figuras 8, 9 y 10, $A b$ y $A c$ son los brazos de palanca de las fuerzas P y R .



12. Momento de una fuerza.

Momento de una fuerza con relación á un punto, es el producto de la intensidad de esta fuerza por su brazo de palanca.

Así, pues, los productos de $P \times A b$ y $R \times A c$, son los momentos de las fuerzas P y R con respecto al punto A .

Para la mejor comprensión de lo dicho sobre la palanca, presentamos los siguientes ejemplos:

EJEMPLO I.—¿Qué fuerza aplicada á 3 metros del punto de apoyo de la palanca, equilibra un peso de 100 kilogramos colocado á 4 decímetros del mismo punto de apoyo?

La ley de la palanca es:

$$P \times A b = R \times A c$$

ó lo que es lo mismo

$$P \times 30 \text{ dm.} = 100 \times 4 \text{ dm.}$$

de donde

$$P = \frac{100 \times 4}{30} = \frac{40}{3} = 13,33 \text{ kilogramos.}$$

EJEMPLO II.—¿A qué distancia del punto de apoyo deberá aplicarse una fuerza de 70 kilogramos, para equilibrar un peso de una tonelada, situado á 2 decímetros del mismo punto?

$$P \times A b = R \times A c.$$

$$70 \times A b = 1.000 \times 2.$$

$$A b = \frac{1.000 \times 2}{70} = \frac{200}{7} = 28,57 \text{ decímetros.}$$



EJEMPLO III.—¿Qué peso colocado á 3 pulgadas del punto de apoyo, será equilibrado por una fuerza de 120 libras aplicada á 3 pies de dicho punto?

$$\begin{aligned}
 P \times A b &= R \times A c. \\
 120 \times 36 &= R \times 3 \\
 R &= \frac{120 \times 36}{3} = 120 \times 12 = 1.440 \text{ libras.}
 \end{aligned}$$

EJEMPLO IV.—¿Con tres palancas de primer género independientes unas de otras, cuyos brazos de potencia son 12, 9 y 14 pulgadas respectivamente, y los de resistencia 2, 3 y 2 de la misma unidad, qué peso podrá equilibrarse con una fuerza de 10 libras en cada caso?

$$\begin{aligned}
 P \times A b &= R \times A c. \\
 1.^{\circ} - 10 \times 12 &= R \times 2 & R = 60 \text{ lbs.} \\
 2.^{\circ} - 10 \times 9 &= R \times 3 & R = 30 \text{ ,} \\
 3.^{\circ} - 10 \times 14 &= R \times 2 & R = 70 \text{ ,}
 \end{aligned}$$

EJEMPLO V.—¿Si en el caso del ejemplo IV, las palancas en lugar de estar independientes unas de otras se combinan, qué peso podrán equilibrar con la misma fuerza de 10 libras?

$$\begin{aligned}
 1.^{\text{a}} - 10 \times 12 &= R \times 2 & R &= 60 \text{ lbs.} \\
 2.^{\text{a}} - 60 \times 9 &= R \times 3 & R &= 180 \text{ ,} \\
 3.^{\text{a}} - 180 \times 14 &= R \times 2 & R &= 1260 \text{ ,}
 \end{aligned}$$

ó bien

$$\begin{aligned}
 10 \text{ lbs.} \times 12 \times 9 \times 14 &= R \times 2 \times 3 \times 2 \\
 R &= \frac{10 \times 12 \times 9 \times 14}{2 \times 3 \times 2} = 1260 \text{ libras.}
 \end{aligned}$$



13. Poleas.

En las fórmulas siguientes, P es la potencia y Q la resistencia.

Polea fija (fig. 11)

$$\frac{P}{Q} = \frac{R}{R} \quad \text{ó} \quad P = Q$$

Polea móvil (fig. 12)

$$\frac{P}{Q} = \frac{R}{2R} = \frac{1}{2}, \quad P = \frac{1}{2} Q,$$

$$Q = 2 P$$

Doble polea móvil (fig. 13)

$$\frac{P}{Q} = \frac{R}{4R} = \frac{1}{4},$$

$$P = \frac{1}{4} Q, \quad Q = 4 P$$

Cuádruple polea móvil (fig. 14).

$$\frac{P}{Q} = \frac{R}{8R} = \frac{1}{8},$$

$$P = \frac{1}{8} Q, \quad Q = 8 P.$$

Poleas móviles compuestas (fig. 15).

Suponiendo n el número de poleas móviles.

$$P = \frac{Q}{2^n}, \quad Q = 2^n P.$$

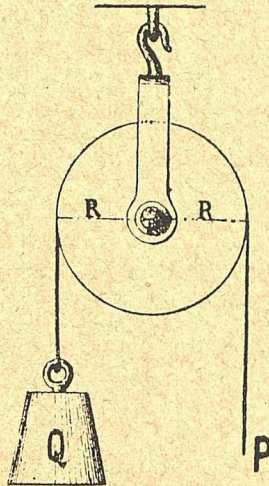


FIG. 11.

EJEMPLOS.—1.º ¿Qué fuerza se necesita para suspender un peso $Q = 8.469$ kilogramos con una doble polea movable?

$$P = \frac{1}{4} Q = \frac{1}{4} \times 8469 = 2117,25 \text{ kgs.}$$

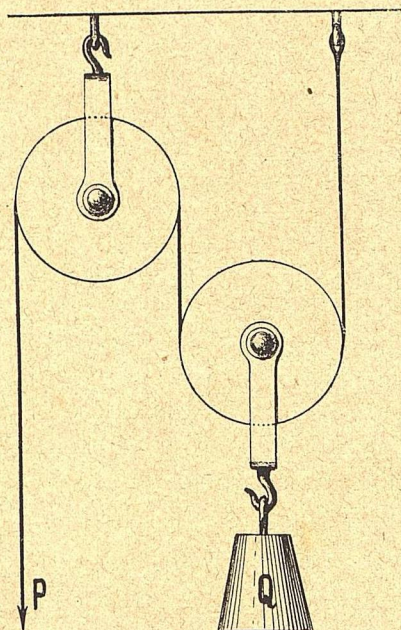


FIG. 12.

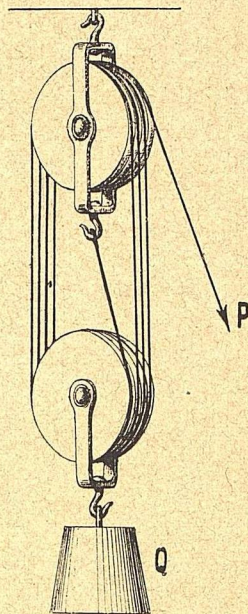


FIG. 13.

2.º ¿Cuánto peso puede suspenderse con una fuerza $P = 269$ kilogramos, por tres poleas movibles compuestas?

$$Q = 2^n P = 2^3 \times 269 = 2152 \text{ kgs.}$$

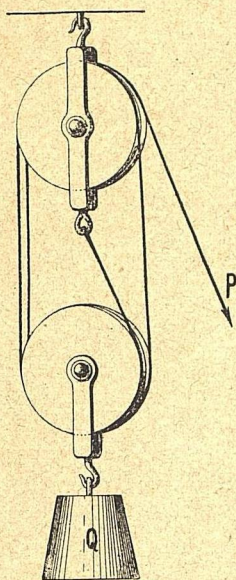


FIG. 14

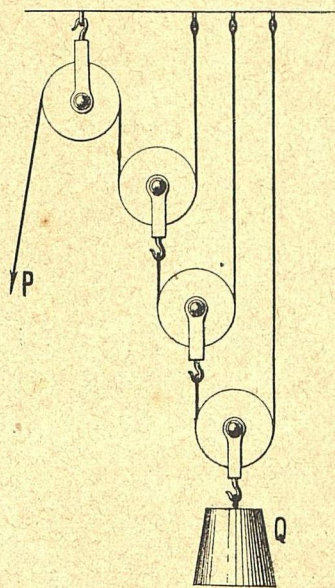


FIG. 15

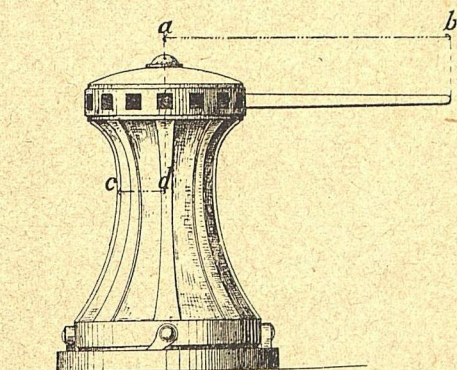


FIG. 16

14. Torno ó cabrestante. (Fig. 16).

Siendo $ab = r =$ radio de la potencia, y $cd = r' =$ radio del torno, tendremos:

$$\frac{P}{Q} = \frac{r'}{r}, \quad P = \frac{Qr'}{r}$$

15. Cuña.

$b =$ cabeza de la cuña; $l =$ longitud de la cuña (Fig. 17).

$$\frac{P}{Q} = \frac{b}{l}; \quad P = \frac{b}{l} Q;$$

$$Q = \frac{l}{b} P$$

abstracción hecha del rozamiento.

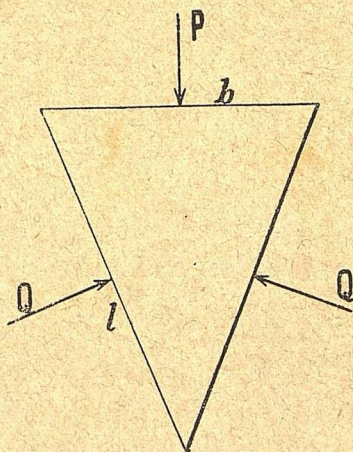


FIG. 17.

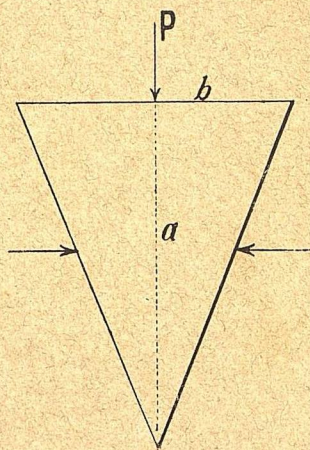


FIG. 18.

a = altura de la cuña. (*Fig. 18*).

$$\frac{P}{Q} = \frac{b}{a} \quad ; \quad P = \frac{b}{a} Q \quad ;$$

$$Q = \frac{a}{b} P$$

Ejemplo: La cabeza de la cuña = 0,3 m.; $l = 1,65$ m.; $Q = 4846$ kilogramos: hallar la potencia prescindiendo del rozamiento.

$$P = \frac{bQ}{l} = \frac{0,3 \times 4846}{1,65} = 861 \text{ kgs.}$$

16. Hélice.

Fundándose la construcción del tornillo en la curva hélice, vamos primero á describirla y ver cómo se efectúa su trazado.

La curva hélice es, la engendrada sobre la superficie de un cilindro recto por un punto animado de dos movimientos uniformes; uno de traslación paralelamente al eje del cilindro y otro de rotación alrededor de éste. Es decir, que lo que se eleva el punto, es proporcional á la proyección horizontal del camino recorrido, y por tanto, el punto cortará á la misma generatriz en cada revolución.

Al trozo de generatriz (*fig. 19*), comprendido entre dos cortes consecutivos, es lo que se llama *paso* de la hélice, y *espira* á la longitud total de la curva $p k f$ comprendida entre estos dos puntos.

Si desarrollamos la superficie cilíndrica, $A C$ será la circunferencia de la base rectificada, cuya longitud es $2\pi R$, siendo R el radio del cilindro: $B C$ es el paso



que se representa por P y $A B$ la hélice desarrollada, que será recta, puesto que existe proporcionalidad entre las proyecciones horizontales $A 1, 1-2, 2-3$, etc., de los caminos recorridos y los desplazamientos verticales representados por las ordenadas levantadas en estos puntos.

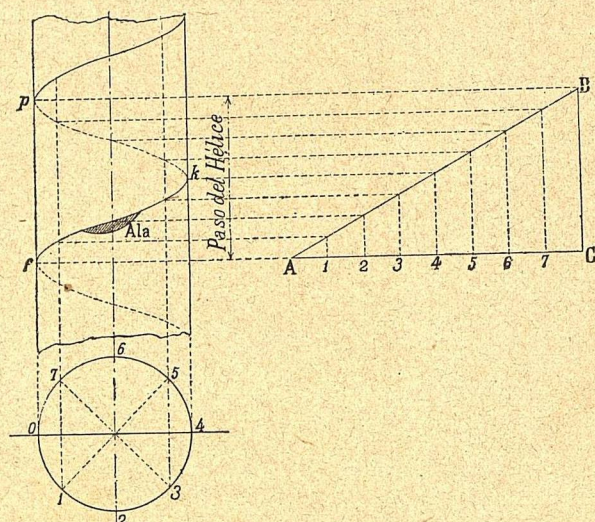


FIG. 19.

La hélice rectificada $A B$ es, por consiguiente, la hipotenusa de un triángulo rectángulo cuyos catetos son el paso $B C = P$, y la circunferencia rectificada de la base, $A C = 2 \pi R$. El ángulo $B A C$, que forma la hélice rectificada con la recta $A C$, tiene por tangente

$$\tan \alpha = \frac{P}{2\pi R}$$

La tangente á la curva hélice, se confunde con ella



al desarrollar la superficie cilíndrica. De modo que la tangente á la curva forma siempre con el eje, un ángulo constante cuya tangente trigonométrica será;

$$\tan = \frac{2\pi R}{P}$$

ó el mismo ángulo α con la base

$$\tan \alpha = \frac{P}{2\pi R}$$

puesto que estos ángulos son complementarios.

Si suponemos que el radio del cilindro se mueve paralelamente á la base, apoyándose en el eje y en la curva hélice, se forma una superficie que se llama *helicóide gauch de plano director*; al radio se le llama *generatriz*, porque es el que genera el helicóide, y á la hélice *directriz*.

Si á la superficie así engendrada la cortamos por cilindros concéntricos al primero, obtendremos como intersecciones diversas curvas hélices, puesto que estarán formadas por distintos puntos de generatrices con el mismo movimiento que los de la directriz inicial.

Todas estas hélices tendrán evidentemente el mismo paso, pero los ángulos que sus tangentes ó ellas rectificadas formen con el plano de la base, será diferente, y mayor cuanto menor sea el radio del cilindro, puesto que

$$\tan \alpha = \frac{P}{2\pi R}$$

y siendo P constante, cuanto menor sea R mayor será la tangente y por consiguiente el ángulo. Inversamente,



cuanto mayor sea el radio, menor será el ángulo.

Si el radio del cilindro secante es cero, la tangente se confundirá con el eje; si es infinito, será perpendicular á él.

Para trazar la hélice en el cilindro, basta dividir la generatriz y la circunferencia de la base en un mismo número de partes iguales, levantar perpendiculares por los puntos de la base y sobre estas perpendiculares tomar tantas partes como indique su número; uniendo todos los puntos así marcados, se obtiene la hélice. Su proyección horizontal es la circunferencia. Tanto ésta como la vertical y su desarrollo quedan bien marcados en la figura 19.

Explicada la hélice, pasemos al tornillo.

17. Rosca ó tornillo.

La excepcional importancia que el tornillo tiene en todas las operaciones mecánicas, nos mueve á ocuparnos del mismo con alguna más extensión. Más adelante se verá lo justificado de este nuestro propósito.

Si sobre el trazado de la curva hélice se mueve un pequeño rectángulo $a b c d$ (fig. 20), ó triángulo $a' b' c'$, de manera que uno de los lados $a d$ ó $a' c'$ se apoye sobre una generatriz y un punto de estos lados recorra la curva, se engendrará un *tornillo* de filete rectangular ó triangular, según sea un rectángulo ó triángulo el que se suponga en movimiento.

Y si nos imaginamos una pieza hueca moldeada interiormente de manera que el tornillo encaje ó ajuste en ella, tendremos completada la idea sobre la *tuerca*.

Si la tuerca está fija y el tornillo se mueve, á cada vuelta de éste avanzará una cantidad igual á su paso $m n$ en el primer caso ó $m' n'$ en el segundo.



Generalmente en la práctica el funcionamiento del tornillo puede ser de dos modos utilizado: bien estando fija la tuerca, ó ya asegurados los extremos de aquél, en libertad de girar, permitiendo que la tuerca, sin tener movimiento de rotación, adquiera el de traslación.

Ejemplo del primer caso, es el empleo que de ellos

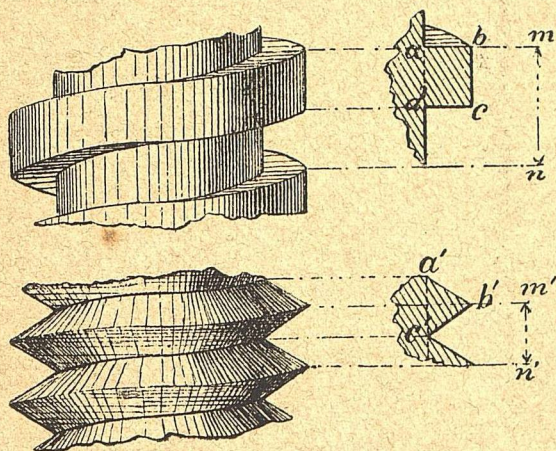


FIG. 20.

se hace para suspensión de pesos con los aparatos llamados *gatos*; fija la tuerca, el tornillo se eleva por cada revolución una cantidad igual al paso. El trabajo que así verifica, lo ejecuta con la relativa facilidad que proporciona la subida por un plano inclinado; pero el resultado es traducido por una suspensión ó esfuerzo en el sentido vertical.

Esta manera de funcionar indica que para grandes

esfuerzos, procurarse debe que los tornillos que se empleen sean de paso muy reducido, por cuanto será menor la inclinación de la superficie helicoidal que lo forma.

Dicho se está, que cuanto más se gane en facilidad

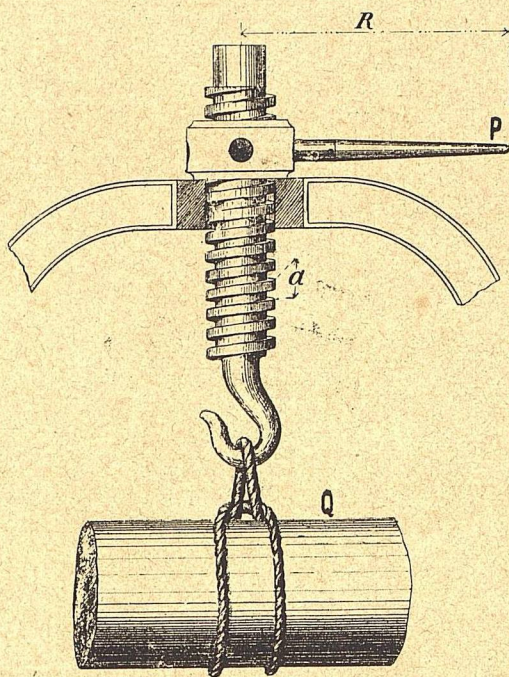


FIG. 21.

de trabajo para el tornillo como consecuencia de disminución en el paso, tanto más se perderá en velocidad.

Esta relación es constante. El beneficio obtenido en un sentido es siempre realizado á costa del otro. De

aquí que para las ascensiones rápidas el paso sea crecido, y para los grandes esfuerzos lo más pequeño posible.

Como ley ó principio en que se funda la aplicación del tornillo, puede establecerse la siguiente:

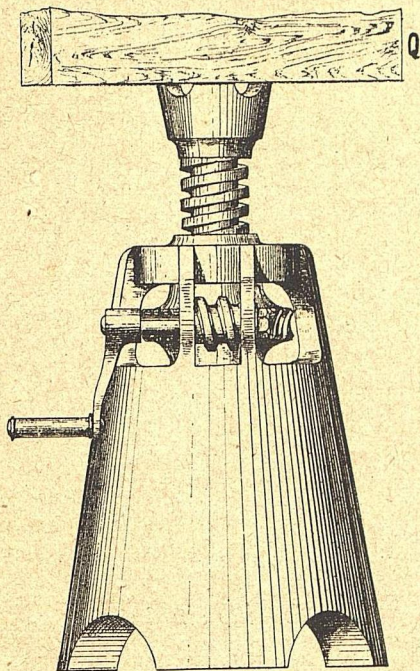


FIG. 22.

Por cada revolución avanza una cantidad igual al paso, y la fuerza aplicada para hacerle adelantar esta cantidad habrá recorrido la circunferencia de un círculo,

cuyo diámetro es doble del brazo de palanca á que la fuerza se aplica.

Así, pues:

$$\text{Fuerza} \times \text{Circunferencia} = \text{Peso} \times \text{Paso}$$

ó

$$\frac{\text{Fuerza}}{\text{Peso}} = \frac{\text{Paso}}{\text{Circunferencia}}$$

a = paso del tornillo; R = radio sobre el que actúa la fuerza P ; Q = peso. (*Fig. 21*).

$$\frac{P}{Q} = \frac{a}{2 \pi R} ; P = \frac{a}{2 \pi R} Q$$

$$Q = \frac{2 \pi R}{a} P.$$

Tornillos compuestos. (Fig. 22).

A = paso del tornillo grande.

a = id. id. pequeño.

R = radio de la rueda de transmisión al tornillo pequeño.

$$\frac{P}{Q} = \frac{Aa}{4 \pi^2 Rr} ; P = \frac{Aa}{4 \pi^2 Rr} Q ; Q = \frac{4 \pi^2 Rr}{Aa} P.$$

Tornillo sin fin

a = paso de la rosca.

r = radio del cilindro.

R = radio de la rueda dentada.

l = longitud de la barra potencia.

$$\frac{P}{Q} = \frac{ar}{2 \pi Rl} P = \frac{ar}{2 \pi Rl} Q ; Q = \frac{2 \pi Rl}{ar} P.$$



Ejemplo: ¿Qué fuerza se necesita para suspender un peso de 16.785 kilogramos por medio de un tornillo que tiene de paso 0,125 m., y la palanca $R=5,333$ m?

$$P = \frac{a}{2 \pi R} Q = \frac{0,125 \times 16785}{2 \times 3,14 \times 5,333} = 62,62 \text{ kg.}$$

18. Ruedas dentadas. (Fig. 23).

R, R', R'' = los radios de las ruedas;

r, r', r'' = los radios de los piñones.

n, n', n'' = número de revoluciones de las ruedas.

v , velocidad de Q .

v' , velocidad de P .

$$P = \frac{r r' r''}{R R' R''} Q,$$

$$Q = \frac{R R' R''}{r r' r''} P.$$

$$n' : n'' = r' r'' : R R'$$

$$v : v' = r r' r'' : R R' R''.$$

Ejemplo: En un sistema de ruedas dentadas cuyos radios se indican, ¿qué fuerza debe emplearse para suspender el peso $Q = 10.000$ kg. suponiendo no haya pérdida de fuerza?

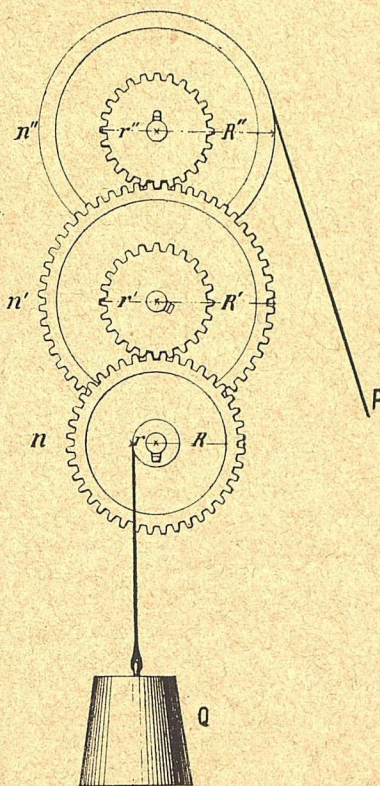


FIG. 23.



$$\left. \begin{array}{l} R=1,2 \text{ m} , \quad r=0,4 \text{ m} \\ R'=1,1 \text{ m} , \quad r'=0,3 \text{ m} \\ R''=1,0 \text{ m} , \quad r''=0,2 \text{ m} \end{array} \right\} P = \frac{0,4 \times 0,3 \times 0,2 \times 10000}{1,2 \times 1,1 \times 1,0} = 181,8 \text{ kg.}$$

19. Rendimiento de una máquina.

Las *máquinas* no aumentan el trabajo de las fuerzas que emplean; por el contrario, *siempre* lo disminuyen.

Cuando una máquina está en movimiento, se producen resistencias llamadas *inútiles* ó *pasivas*, y que son inherentes al juego ó funcionamiento mismo de los diversos órganos; tales son los rozamientos, la resistencia del aire, etc. Una máquina, es, pues, una costosa necesidad. Su valor industrial está dado, por lo que se llama *utilización* ó *trabajo útil*.

En una máquina que se mueve de una manera perfectamente regular ó periódicamente regular, puede afirmarse que el trabajo que se precisa emplear ó sea el trabajo motor, es necesariamente igual á la resistencia que hay que vencer ó trabajo resistente, así:

$$T_m = T_r$$

Pero como el trabajo resistente por las consideraciones anteriormente expuestas, debe componerse del que se desea obtener y para el cual la máquina ha sido construída y es empleada, más el debido á las pérdidas enumeradas, la anterior fórmula se transforma en:

$$T_m = T_u + T_r ,$$

ó sea trabajo motor igual al útil, más el necesario para vencer las resistencias pasivas, y despejando al útil:



$$T_u = T_m - T_r .$$

La relación en que está el trabajo útil con el motor ó sea $\frac{T_u}{T_m}$ es lo que se llama *rendimiento*, y se vé bien claramente que es siempre menor que la unidad: por consiguiente, todos los perfeccionamientos que en la máquina se introduzcan, no llegarán nunca á ser bastantes para hacerla rendir el trabajo motor que le ha sido suministrado.

Así, por ejemplo, se dice que el rendimiento de una máquina es $\frac{60}{100}$ ó de 60 por 100, cuando se quiere expresar que en ella, de cada 100 unidades de trabajo motor total, solo se aprovechan 60 útilmente; y claro está que en cada caso, será tanto mejor la máquina cuanto más se acerque á la unidad la expresión de su rendimiento, ó en otros términos, cuanto menor sea la importancia de las resistencias pasivas ó la de las causas que las originan.

20. Resistencias pasivas.

Las *resistencias pasivas* debemos considerarlas de dos clases: 1.^a, las ocasionadas por rozamiento; 2.^a, las que ofrecen los fluidos y más principalmente el aire, al movimiento de los cuerpos en cualquier sentido. La de rigidez de cuerdas y correas no hay para qué tenerla en consideración, tratándose de las máquinas marinas.

Las leyes del rozamiento, son: 1.º, proporcional á la presión normal que se ejerce entre las superficies del roce; 2.º, depende de la naturaleza y estado de pulimento de estas superficies, así como de la naturaleza y



cantidad del líquido que se emplea en la lubricación; 3.º, es independiente de la magnitud de las mismas y de la velocidad del movimiento.

En cuanto á la resistencia de los fluidos, varía proporcionalmente: 1.º, á la extensión superficial de los cuerpos que se mueven en su seno; 2.º, á los cuadrados de las velocidades que adquieren los cuerpos móviles; 3.º, á la densidad del fluido.

Traducido esto á más vulgar lenguaje quiere significar, que la resistencia que el aire ofrece á una pieza en movimiento, es tanto mayor cuanto más grande es la superficie de la misma, más considerable su velocidad, y de densidad más crecida el aire ó fluido que á su movilidad se opone.

21. Caballo de vapor.

La unidad empleada para medir el poder de las máquinas es el *caballo de vapor*, que es un trabajo de 75 kilogrametros hecho en un segundo.

Ya se dijo anteriormente, que la unidad adoptada para medir el trabajo era el kilogrametro, producto de la unidad de fuerza que es el *kilogramo* por la unidad de distancia ó camino recorrido, que es el *metro*; pero como no es indiferente en las aplicaciones, que un mismo trabajo se obtenga en más ó menos tiempo, ha sido preciso adoptar como unidad dinámica de potencia un determinado trabajo que deba realizarse en un tiempo dado. De aquí el caballo dinámico ó caballo de vapor, representado por el trabajo de 75 kilogrametros desarrollado en un segundo.

Los 75 kilogrametros en un segundo, equivalen en medida inglesa, á 32.556 libras trasladadas á un pié de



distancia en un minuto; pero al calcular el trabajo en medida inglesa, se adopta la valuación de Watt, según la cual, el caballo dinámico, ó sea el trabajo equivalente al que puede desarrollar un caballo de los más vigorosos, es de 33.000 libras elevadas á un pié de altura en un minuto.

El caballo de vapor en el terreno práctico admite tres denominaciones diferentes, con las cuales conviene estar familiarizado:

Caballo indicado.

— *efectivo.*

— *nominal.*

El primero, es el caballo de vapor con su valor de 75 kilogrametros por segundo, cuando se emplea para medir el trabajo en el cilindro ó cilindros de la máquina por medio del aparato llamado *Indicador de presiones*.

El *efectivo*, si el trabajo se valora ó mide con aquella misma unidad en el eje de la máquina y con el auxilio de un freno. Por consiguiente, el número de caballos efectivos es siempre menor que el número de caballos indicados.

Y el tercero ó *caballo nominal*, es una unidad puramente convencional, que solo se utiliza mercantilmente para el precio de las máquinas. Su valor tiene hoy límites comprendidos entre 100 y 600 kilogrametros, y según los fabricantes, así es la fórmula que para su determinación se emplea.

En España está declarada oficialmente la equivalencia de 300 kilogrametros; pero no se nos alcanza el valor de esta declaración cuando los constructores extranjeros para nada la tienen en cuenta.



Solamente la rutina sostiene vigente esta unidad, pues estipulando en las máquinas sueltas el número de caballos indicados que han de desarrollar, y en la compra de buques con ellas ya colocadas, además de este dato el de la marcha en pruebas ó andar en navegación ordinaria, no se vé preciso el empleo de una unidad tan original, cuya medida es muy elástica, sus características diversas, y después de todo su valor únicamente lo conoce y sabe el fabricante que lo utiliza.

En Francia se usó el caballo nominal, equivalente á 300 kilogrametros. Para saber la fuerza indicada que tenía que desarrollar una máquina, se tomaba la cuarta parte del número de caballos nominales. Así una máquina de 1.000 caballos nominales, debía poder desarrollar 4.000 efectivos.

En Inglaterra el valor del caballo nominal variaba de 300 á 600 kilogrametros. Hoy día se ha suprimido casi por completo su empleo y solo se calcula la fuerza de las máquinas en caballos indicados y en efectivos.

Para convertir kilogrametros en caballos de vapor é inversamente, deberán seguirse las siguientes sencillas reglas:

1.^{er} CASO.—*Para hallar en caballos indicados el trabajo equivalente á un número de kilogrametros producidos por una máquina en un segundo, se dividirá este número por 75.*

EJEMPLO.—Se quiere determinar la fuerza en caballos indicados de una máquina que desarrolla un trabajo de 86.715 kilogrametros por segundo:

El número de caballos será $= \frac{86715}{75} = 1156,2$ caballos *indicados*.



Si se desea en caballos *nominales*.

$$\frac{1156'2}{4} = 289'05$$

El caballo nominal vale 300 kilogrametros, como ya hemos dicho.

2.º CASO.—*Para expresar en kilogrametros por segundo, el trabajo correspondiente á la fuerza de un aparato que esté dado en caballos indicados, se multiplica el número de caballos por 75.*

EJEMPLO.—Una máquina posee una fuerza de 1156,2 caballos indicados; se desea saber el número de kilogrametros por segundo á que equivale.

El número de kilogrametros, será:

$$1156'2 \times 75 = 86.715 \text{ kilogrametros.}$$

Si el tiempo correspondiente al trabajo mecánico de que se trata, no fuera un segundo sino otra cantidad cualesquiera, bastaría en los dos casos anteriores reemplazar á 75, por $75 \times \text{el tiempo expresado en segundos.}$

22. Peso específico.

Densidad ó peso específico de un cuerpo es, la relación de su peso al de un volumen igual de agua destilada á la temperatura de 4º centígrado.

Dicho de otra manera: el número de gramos que pesa un centímetro cúbico de este cuerpo, ó el número de kilogramos que pesa un decímetro cúbico.

Se tiene, pues:

$$\text{Peso en gramos} = \text{volumen en centímetros cúbicos} \times \text{densidad.}$$



Peso en kilogramos = volumen en decímetros cúbicos \times densidad.

Estas fórmulas conviene mucho retenerlas en la memoria, pues facilitan en extremo los cálculos.

Peso de 1 dm³ de diversas sustancias en kgs.

LÍQUIDOS

Agua destilada á 4° centígrado	1'000
— — á 0° —	0'999
Agua del mar en general.	1'027
— — Oceano Artico	1'026
— — Ecuador	1'027
— — Hemisferio Sur.	1'028
— — Mediterráneo	1'029
— — Mar de Mármara	1'019
— — Mar Negro.	1'014
— — Mar Báltico.	1'015
— — Mar Rojo.	1'028
— — Oceano Indico	1'026
Acido acético.	1'060
— clorídrico	1'200
— nítrico	1'217
— sulfúrico.	1'840
Alcohol absoluto	0'792
— al máximo de densidad	0'916
Amoniaco líquido.	0'871
Bencina	0'740
Clorofomo.	1'525
Esencia de trementina.	0'870
Eter sulfúrico	0'739
Leche de vaca	1'032
— — de cabra	1'034
— — burra.	1'036
Mosto de vino	1'080
Nafta.	0'850



Aceite de ballena.	0'923
— — colza	0'913
— — lino	0'940
— mineral de 0'875 á	0'950
— de oliva.	0'915
— — recino	0'970
— — trementina	0'840
Petróleo. de 0'760 á	0'840
Sangre del cuerpo humano.	1'053
Espíritu de vino á 36 grados centígrados.	0'848
Vino corriente.	0'997
— de Málaga.	1'022

METALES

Aluminio en lámina.	2'670
Antimonio.	6'720
Arsénico	5'789
Plata.	10'474
Bismuto	9'822
Bronce para máquinas	8'561
Cobalto.	7'812
Hierro forjado de 7'600 á	7'800
Magnesio	1'743
Manganeso	8'010
Mercurio.	13'596
Metal blanco (Antifricción)	7'310
Nikel.	8'670
Oro	19'361
Plomo laminado	11'400
Platino	21'531
Potasio	0'972
Cobre laminado.	8'780
Estaño.	7'291
Zinc	7'000

OTROS CUERPOS

Mica	2'700
Minio	6'140



Sal marina	2'207
Talco.	2'620
Abeto del Canadá	0'512
— de Génova	0'657
— — Inglaterra.	0'555
Acacia.	de 0'710 á 0'790
Castaño.	0'606
Cedro de la India.	0'748
— Americano.	0'554
— del Líbano.	0'846
Ciprés	0'670
Ébano	1'187
Olmo.	0'700
Pino blanco.	0'432
— de Cristianía.	0'689
— marítimo	0'680
Plátano oriental.	0'540
— occidental	0'720
Sicomoro.	0'590
Teca.	0'850
Olivo.	0'900

COMBUSTIBLES

Antracita	1'460
Carbones bituminosos	1'320
— de leña en pedazos.	0'200
Cok en pedazos.	1'000
Dinamita	1'650
Grafita	2'328
Lignita	1'350
Nitroglicerina.	1'600

SUSTANCIAS VARIAS

Asbesto	2'995
Asfalto	2'500
Cal viva	0'842



Cemento.	2'200
— romano.	1'600
Cera.	0'970
Gutapercha.	0'966
Lana.	1'614
Lino.	1'79
Mármol de Carrara.	2'716
— — Africa.	2'798
— — Sicilia.	2'715
Ágata.	2'650
Amatista.	3'920
Diamante.	3'550
Opalo.	2'090
Perla y coral.	2'700
Rubí.	4'280
Esmeralda.	3'950
Topacio.	4'000
Cristal.	3'330
Porcelana China.	2'385
— de Sevres.	2'740
— — Viena.	2'530

PESO DE 1 LITRO DE ALGUNOS GASES Á 0 GRADOS
Y Á LA PRESIÓN ATMOSFÉRICA

Aire.	0'001293
Acido carbónico.	0'001977
Cloro.	0'003209
Gas del alumbrado.	0'000500
Hidrógeno.	0'000090
— bicarbonatado.	0'001270
— carbonatado.	0'000726
Vapor de agua.	0'000810
— — éter.	0'003362
— — mercurio.	0'009069



23. Principio de Arquímedes.

El principio de Arquímedes es el siguiente:

Un cuerpo cualquiera sumergido ó flotando en un líquido, pierde una parte de su peso igual al peso del volumen del líquido desalojado.

Dicho de otra manera: todo cuerpo sumergido ó flotando en un líquido, sufre por parte de éste una presión de abajo arriba, equivalente al peso del volumen del líquido desalojado.

Este principio toma el nombre del célebre geómetra griego que lo descubrió en Siracusa.

La demostración teórica es muy sencilla; basta considerar una masa líquida en reposo, no sometida á las acciones de las paredes del vaso en que se encierra, un *decímetro cúbico*, por ejemplo.

Si este volumen aislado que consideramos permanece en reposo y no desciende, es prueba de que la presión que recibe de abajo hacia arriba es precisamente igual á la de la gravedad ó peso que la impulsa de arriba abajo, pues las presiones laterales se anulan y contrarrestan.

En los gabinetes de física se hacen experiencias materiales con la balanza hidrostática en confirmación de este principio; pero ellas no prueban más que el sencillo razonamiento anterior.

La teoría de Arquímedes es igualmente aplicable á los gases, explicándose con ella la ascensión y descenso de los globos inventados por los hermanos Montgolfier, sabios industriales franceses.

Conviene comprender bien los tres casos que pueden ocurrir, como consecuencia de la relación en que



se encuentren el peso del cuerpo y el del líquido desalojado.

1.º Si un cuerpo sólido C (fig. 24) con un volumen de 2 litros y peso de un kilogramo, por ejemplo, se le coloca en un vaso lleno de agua dulce, solo se sumergerá en el líquido en una cantidad cuyo volumen será igual á un litro.

Cuando esto suceda, el peso del cuerpo, es decir, la fuerza vertical P' que tiende á llevarlo hacia el fondo del vaso y vale un kilogramo, estará equilibrada por la fuerza P que vale también un kilogramo, porque es el peso de un litro de agua dulce, que es lo desalojado por el cuerpo.

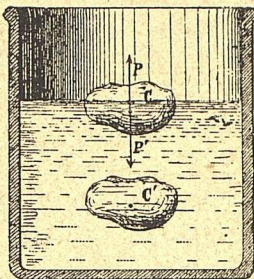


FIG. 24.

El cuerpo, pues, permanecerá necesariamente en equilibrio, teniendo un litro de su volumen fuera de la superficie AB libre del líquido. En una palabra, *flotará*.

2.º Si un cuerpo C conservando el volumen de 2 litros, pero con un peso de 2 kilogramos en lugar de un kilogramo como antes supusimos, se coloca en el vaso, se sumergerá por completo en el agua.

En este momento el volumen del líquido desplazado será de 2 litros y pesará 2 kilogramos. Por consiguiente, la presión de abajo hacia arriba y el peso del cuerpo ó sea la de arriba hacia abajo, se destruirán.

Colocado el cuerpo en estas condiciones en un lugar cualquiera C' de la masa líquida, permanecerá

evidentemente en equilibrio. En otros términos, *flotará entre dos aguas.*

3.º Ultimamente, si un cuerpo *C* posee un volumen de 2 litros pero pesando 3 kilogramos, irá al fondo del vaso.

En efecto, cuando la inmersión sea completa, la presión de abajo hacia arriba no valdrá más que dos kilogramos, que es el equivalente al peso de los dos litros de agua desalojada. Esta presión será inferior en un kilogramo á la que el cuerpo produce con su peso, que hemos dicho ser de 3 kilogramos. El cuerpo irá hacia el fondo por el exceso de un kilogramo que tiene esta última sobre la primera.

24. Principio de Pascal.

El principio de igualdad de trasmisión de las presiones en los fluidos significa, que un punto de una masa fluida ya sea líquida ó gaseosa, si está sometida á una cierta presión, todos los puntos de la misma masa sufren y transmiten esta presión igualmente en todos sentidos; de manera que si un centímetro cuadrado sufre una presión de un kilogramo, cada centímetro cuadrado de superficie tomado en la masa, estará sometido á una fuerza de un kilogramo; cada decímetro cuadrado á una fuerza de 100 kilogramos, etc., etc.

Más claramente expresado: si un tubo de 10 centímetros cuadrados de sección comunica con un depósito de agua completamente lleno y cerrado, y una bomba provista de émbolo de igual sección que el tubo dicho, actúa en el interior del mismo con la presión de 10 kilogramos por cada centímetro cuadrado de su superficie, en las paredes del depósito se experimentará una



presión de 100 kilogramos por cada 10 centímetros cuadrados de superficie que midan las mismas, y de una tonelada en cada pared, por tanto, si la superficie respectiva de cada cual fuera de 100 centímetros cuadrados.

Es decir, que si en una de las paredes hacemos una sección de 50 centímetros cuadrados y la relacionamos con un tubo y su émbolo correspondiente, se necesita ponerle á este émbolo por su parte superior un peso de media tonelada para equilibrar ó contrarrestar la presión ó esfuerzo que por su cara interior recibe del líquido que sobre él actúa.

En este principio por Blas Pascal descubierto, es en el que descansa la prensa hidráulica, que tantas y tan ventajosas aplicaciones obtiene en el presente.

25. Ley de Mariotte.

La *Ley de Mariotte* descubierta por el físico francés cuyo nombre lleva, consiste en esto:

Los volúmenes ocupados por una masa de gas dada, á temperatura constante, son inversamente proporcionales á las presiones que soporta.

O dicho de otro modo:

El producto del volumen por la presión es un número constante, siempre que la temperatura no varíe.

Así; siendo el volumen un metro cúbico y la presión sobre cada centímetro cuadrado un kilogramo, si el volumen llega á 2, 3, 4, metros cúbicos, las presiones se convertirán en $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{3}$, $\frac{1}{4}$ de kilogramo; por el contrario, si el volumen se reduce á $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{3}$, $\frac{1}{4}$ de metro cúbico, la presión será de 2, 3, 4 kilogramos.



En la *expansión* y *altas tensiones* de las máquinas, tiene preferentísima aplicación este principio, como más adelante se evidenciará.

26. Ley de Gay Lussac.

La *Ley de Gay Lussac* es la siguiente:

Todos los gases simples ó compuestos tienen el mismo coeficiente de dilatación. Más claro: todos los gases, si la presión á que están sometidos no varía, se dilatan ó contraen la misma cantidad por cada grado de aumento ó disminución de la temperatura.

No es rigurosamente exacto este principio en el orden científico; pero en las aplicaciones prácticas no hay error sensible en aceptarlo como tal.

El coeficiente de dilatación, es decir, el valor que representa la cantidad que se dilata un gas con respecto á cada grado de variación en la temperatura, es de 0,00366 de su volumen á cero grados considerado.

Este es, por tanto, un factor que multiplicado por la temperatura expresada en grados, nos dá la alteración que en su volumen ha de sufrir el gas de que se trata.

La relación que liga los volúmenes de un gas á presión constante con las diferentes temperaturas á que puede someterse, está consignada en la siguiente expresión:

$$\frac{v}{v'} = \frac{1 + 0.00366 \times t}{1 + 0.00366 \times t'}, (a)$$

Conocidos tres de los elementos de esta fórmula, siempre podemos determinar el cuarto.

Supongamos, por ejemplo, que en la hipótesis de



que la presión que sufre el gas sea en todos los casos la misma, tiene un volumen de 1.000 litros con 100 grados de temperatura y se desea saber á qué temperatura habría que llevarlo para que su volumen fuera de 1.100 litros.

Tenemos: $v = 1.000$, $v' = 1.100$, $t = 100$, $t' = x$

Sustituyendo estos datos en la fórmula (a), tendremos:

$$\frac{1.000}{1.100} = \frac{1 + 0'00366 \times 100}{1 + 0'00366 \times x}$$

y

$$x = 137'7 \text{ grados.}$$

Si las temperaturas son conocidas y lo que se desea averiguar es el volumen, tendremos:

$$\frac{v}{v'} = \frac{1 + 0'00366 \times t}{1 + 0'00366 \times t'}$$

y como $v = 1.000$, $v' = x$, $t = 100$ y $t' = 137'7$, sustituyendo será:

$$\frac{1.000}{x} = \frac{1 + 0'00366 \times 100}{1 + 0'00366 \times 137'7}$$

y $x = 1.099$ despreciando la parte decimal.

En estos ejemplos anteriores hemos supuesto constante la presión.

Como en el vapor é independiente de otros elementos que pudieran considerarse por las mezclas que se producen en los diferentes órganos de las máquinas, ni la presión ni la temperatura son constantes, de aquí la



necesidad de combinar la ley de Mariotte con la de Gay Lussac, cada vez que se juzgue preciso resolver problemas relacionados con la aplicación de este fluido en los aparatos receptores.

Así, por ejemplo, el volumen de un gas es v á la temperatura t y presión p ; hallar el volumen v' de ese gas á la temperatura t' y presión p' .

Empezaremos imaginando que la presión ó la temperatura no cambian; es decir, calcularemos el volumen v'' que ocuparía el gas á la temperatura t' y á la misma presión, por ejemplo, que según lo dicho será

$$v'' = v \frac{1 + 0'00366 \times t'}{1 + 0'00366 \times t}.$$

Ahora solo nos falta aplicar la ley de Mariotte á los dos volúmenes v'' y v' á las presiones p y p' , permaneciendo constante la temperatura t' , tendremos, pues

$$v'' \times p = v \times \frac{1 + 0'00366 \times t'}{1 + 0'00366 \times t} \times p = v' \times p'$$

y por tanto

$$v' = v \times \frac{p}{p'} \times \frac{1 + 0'00366 \times t'}{1 + 0'00366 \times t}.$$

27. Atmósfera.

La atmósfera es la envuelta gaseosa que rodea la tierra hasta una altura que algunos hacen llegar á 300 kilometros; á su totalidad ó conjunto se le llama *atmósfera*.

El gas de que la atmósfera está formada, es lo que se llama *aire*. Es 815 veces más ligero que el agua.



El aire es un gas incoloro, sin olor, ni sabor. Es la combinación de dos gases que se les designan bajo las denominaciones de *oxígeno* y *nitrógeno*. Contiene estos dos fluídos en la siguiente proporción:

En volumen :	20'8 litros	oxígeno y	79'2 litros	nitrógeno
En peso	: 23	gramos	> y 73	gramos >

Además de estos dos gases, el aire posee de 3 á 6 centilitros de *ácido carbónico*.

No está nunca puro en la atmósfera.

Contiene siempre una cierta cantidad de vapor de agua.

Este vapor de agua solo se hace visible, cuando condensándose más ó menos, se manifiesta bajo la forma de niebla, nubes ó lluvia.

El aire tiene peso, lo mismo que todos los demás cuerpos: tomando ciertas precauciones, se le determina con la ayuda de una balanza, por cuyo procedimiento se ha averiguado que un metro cúbico pesa 1'293 kilogramos en la superficie de la tierra. Pero su densidad rápidamente disminuye con la elevación.

La *presión atmosférica* es aquella que en virtud de su peso el aire ejerce sobre todas las superficies que lo soportan: esta presión no se efectúa como la de los sólidos, que por su peso solo obran en el sentido de arriba hacia abajo; no, la presión del aire es en todos sentidos y dentro de las reglas más arriba enunciadas para la igualdad de trasmisión de presiones en los fluídos.

Un hombre regularmente grueso presenta una superficie de 17.500 centímetros cuadrados. Por el con-



cepto de la presión atmosférica soporta, sin advertirlo, una presión de 18 toneladas.

Se mide la presión atmosférica por la altura de la columna de mercurio del *barómetro*, que al nivel del mar es ordinariamente de 0^m, 760 ó 30 pulgadas inglesas.

Por precepto general, la depresión ó bajada del barómetro es indicio de mal tiempo, así como de bueno su elevación: pero éstas no son consecuencias obligadas, porque los movimientos de la columna barométrica se deben relacionar con la latitud, estación, condiciones climatológicas de la localidad en que se utilizan ó emplean, etc., etc. El valor, pues de sus indicaciones, es solo de un orden relativo y aproximado.

Para construir un barómetro, se llena de mercurio seco y puro un tubo de cristal cerrado por un extremo, teniendo de longitud próximamente 85 centímetros y de 6 á 7 milímetros de diámetro interior. Tapando con el dedo el extremo abierto, se le invierte y sumerge en un vaso pequeño llamado *cubeta*, que también contiene mercurio. El todo se adapta á una plancha conteniendo una escala graduada en centímetros y milímetros ó pulgadas y décimos de pulgada, y cuyo cero corresponde al nivel que tiene el mercurio en la cubeta.

Cuando el tubo está vertical, el mercurio desciende hasta una altura de 76 centímetros en el nivel del mar, siendo la presión atmosférica la que impide que el mercurio baje más. El espacio que queda vacío en el tubo, se llama *cámara barométrica*.

El valor ó magnitud de la presión atmosférica, se obtiene por medio de la altura de la columna barométrica.



Si la elevación del mercurio en el tubo es de 76 centímetros y la sección del tubo un centímetro cuadrado, el volumen del mercurio, ó por mejor decir, de la columna que hace equilibrio á la presión atmosférica, será de 76 cm^3 , en el supuesto de que la columna se considere como un cilindro de 76 centímetros de altura y 1 cm^2 de base ó sección.

Ahora bien, la densidad del mercurio es 13,59 y el producto de 76 multiplicado por 13,59, dá aproximadamente 1033; luego la presión sobre cada centímetro cuadrado, será de 1 kg. 033, presión verdaderamente enorme como á primera vista se comprende. Pero esta presión, necesaria á todo el organismo actual, disminuye, como ya digimos, al elevarse sobre el nivel del mar, que es en donde la media está tomada, y aumenta cuando desde un punto elevado se baja. Esta variación cerca de la superficie de la tierra está medida por un milímetro de mercurio por cada diez metros de variación en la altura.

Tenemos, pues, como valores de la presión atmosférica:

Kg. por m^2 de superficie	kg. 10.330
Kg. por cm^2 — —	> 1'033
Columna de agua	metros 10'33
— — mercurio	> 0'76
Libras inglesas por pulgada cuadrada	lbr. 14'7



Presión atmosférica en algunas localidades

Lugares	Altitud	Barómetro	Presión por cm ²
Nivel del mar. . . .	m. 0	mm. 760	kg. 1'033
Roma	» 46	» 756	» 1'027
Madrid	» 663	» 694	» 0'942
San Gottardo	» 2075	» 586	» 0'796
Méjico	» 2277	» 572	» 0'777
Quito	» 2908	» 527	» 0'716

Se dice que el *vacío* absoluto existe en un espacio cerrado, cuando no contiene ni sólido, ni líquido, ni gases: en las máquinas de vapor se dice que hay vacío en el condensador, cuando la presión de los gases y vapores que contiene, es mucho más débil que la presión atmosférica.

El vacío más perfecto que se puede obtener es el de la *cámara barométrica*.

Se mide el vacío del condensador por medio de un barómetro cuya cámara comunica con el espacio destinado á la condensación.

El vacío será *perfecto*, si el mercurio permanece á los 76 centímetros de altura; *muy bueno*, si el descenso no pasa de los 70; *bueno*, á 60; *poco*, á 50; y *malo*, por debajo de esta cifra.

Lo más frecuente es no aplicar el barómetro para este uso, sino el manómetro metálico ideado por el



ingeniero francés *Bourdón* y que más adelante describiremos.

28. Calor.

Es la causa ó agente que produce sobre nosotros la sensación de lo frío y de lo caliente, que penetra más ó menos fácilmente en todos los cuerpos, que los dilata y los hace pasar del estado sólido al líquido y de éste

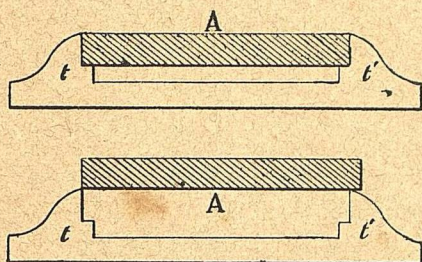


FIG. 25.

al gaseoso, ó bien los descompone; de manera que un cuerpo afecta ó toma uno de estos estados enumerados, según la mayor ó menor cantidad de calor que absorbe con relación á su naturaleza.

Las palabras calor y calórico tienen el mismo significado. La segunda proviene de la antigua hipótesis sobre la naturaleza del calor; no se emplea ya hoy día.

Para confirmar lo dicho sobre dilatabilidad de los cuerpos como consecuencia del calor, puede entre otros procedimientos seguirse el siguiente:

Dilatación de los sólidos.—Tómese una barra de metal (*fig. 25, vista 1.^a*) que se ajuste exactamente en los rebajos *t, t'* hechos en la placa.



Si la barra se calienta, resulta como se representa en la *vista 2ª*, demasiado larga para ser allí colocada. Pero acaba por enfriarse y recobra sus primitivas dimensiones.

Con esta experiencia solo se pone de manifiesto la

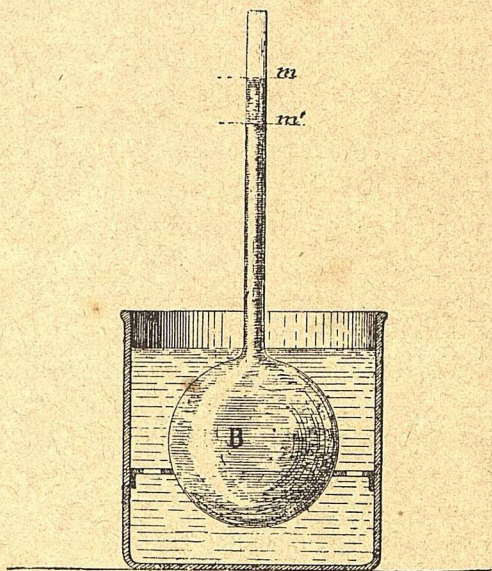


FIG. 26.

dilatación en el sentido de la longitud; pero se concibe fácilmente que ella tenga lugar en todos.

Dilatación de los líquidos.—Con un tubo largo de vidrio, de diámetro interior muy pequeño y terminado por una de sus extremidades en un recipiente *B* de cristal (*fig. 26*), puede realizarse esta experiencia, que

se principia llenando en parte este aparato de un líquido cualesquiera, y sumerjiendo la bola ó recipiente en agua caliente.

Se vé entonces el líquido dilatado por el calor, subir de m' á m .

Cuando el aparato se saca del agua caliente y se coloca al aire libre como estaba anteriormente, el nivel del líquido desciende y recobra su posición primitiva.

Dilatación de los gases.—Puede uno servirse de un globo ó bola de cristal, unido á un tubo de muy corto diámetro (*fig. 27*).

Se llena en parte el instrumento de aire ú otro gas. Después se introduce por encima de este fluido un pequeño cilindro *A* de mercurio, de 2 á 3 milímetros de altura.

Este pequeño cilindro es el que ha de servir de índice y para interceptar la comunicación entre el gas interior y el aire exterior.

Hecho esto, bastará aproximar la mano á la bola para que la pequeña columna mercurial se ponga en movimiento de una manera rápida hacia la abertura del tubo.

Este efecto alcanzado, solo puede atribuirse á la dilatación producida por el calor del operador sobre el gas contenido en el aparato.

Retirando la mano, se vé que el pequeño cilindro desciende, ocupando su posición primitiva.

La experiencia anotada enseña también, que la dilatación de los gases es muy sensible para una pequeña variación de calor. Por consiguiente, su dilatabilidad



FIG. 27.

es superior á la de los líquidos y con mucha mayor razón á la de los sólidos.

Los sólidos tienen determinados sus *coeficientes de dilatación*, es decir, el aumento que bien en su volumen ó ya en su longitud sufre la unidad de medida por cada grado de temperatura.

La dilatación cúbica refiérese al aumento del cuerpo en su volumen ó espacio ocupado, y la lineal al crecimiento, ó por mejor decir, alargamiento en el sentido de la longitud.

Ha demostrado la experiencia, por lo que á los metales se refiere, que su dilatación no es exactamente la misma para el grado comprendido entre 1 y 100, que para el que se elije entre 300 y 500, limite ó cantidad esta última bastante cercana del punto de fusión.

Aumenta la dilatación en los grados extremos.

Asímismo se ha puesto de manifiesto, que las piezas de hierro de fundición, tales como parrillas y planchas de calderas, no vuelven exactamente á su primitiva posición después de haberse dilatado bajo la acción del calor, y que á cada caldeo que sufren, experimentan un pequeño aumento de longitud que no vuelven á perder.

A continuación presentamos algunos coeficientes de dilatación lineal, determinados para la unidad de longitud á cero grados:

Fundición	0'00001125
Hierro forjado	0'00001220
Acero templado	0'00001239
Bronce	0'00001816
Latón	0'00001878
Estaño	0'00002173
Plomo	0'00002857



Para mejor comprender la utilidad práctica de estos datos, supongamos que nos proponemos determinar qué descuello debemos dejar á los estays ó vientos de una chimenea antes de encender, como margen necesario para la dilatación que la misma ha de experimentar.

Raciocinemos de la siguiente manera:

La chimenea está unida á la caldera: ésta sufre distinta temperatura que aquélla, y los efectos de ambas se sumarán para afectar la dilatación de la primera; así, pues, hacen falta conocer los elementos que á continuación valoramos:

Temperatura exterior	= 10°
Id. de las planchas de la caldera. . .	= 110°
Id. » » » » » chimenea. . .	= 210°
Altura de la chimenea	= 17 metros
Diámetro de las calderas	= 5 »

Si el coeficiente de dilatación de la plancha de hierro forjado á cero grados es de 0,0000122, á cien grados, diferencia entre 10 y 110, que es la temperatura su- puesta á la plancha de la caldera, será 0'00122, ó lo que es lo mismo, que cada metro de plancha aumentará 1'22 milímetros. Y como el diámetro es 5, el aumento por lo que á la caldera se refiere, será de 6'10 milímetros.

Respecto á la chimenea tendremos, que su temperatura aumentará la diferencia de 10 á 210 ó sean 200, y por tanto, habrá que multiplicar 0'0000122 por 200, lo que nos dá 0'00244 por metro, y como tiene 17 metros de altura, $17 \times 0'00244 = 0'04148$ ó 41'48 milímetros.



Por las calderas	6'10	milímetros
Por la chimenea	41'48	id.
Suma . . .	47,58	id.

Así, pues, el aumento total será:

48 milímetros es el margen, que como *mínimum* habrá que dar de holgura á los estays para evitar que rompan.

Se entiende por *temperatura* de un cuerpo, la energía más ó menos grande con la cual el calor contenido en este cuerpo tiende á salir.

No debe confundirse la intensidad del calor, con la cantidad de calor contenida en un cuerpo. La distinción entre una y otra cosa la explicaremos más adelante.

29. Termómetro.

Un *termómetro* es el instrumento que sirve para medir la temperatura ó calor sensible de los cuerpos.

Uno de los efectos más notables que el calor produce en los cuerpos, es el dilatarlos, haciendo variar su volumen sin aumentar su peso. En este efecto del calor se fundan los termómetros.

Para construirlo, se toma un tubo de cristal muy delgado y de igual sección, llamado *capilar*, porque la parte interiormente hueca tiene poco mayor diámetro que el de un cabello.

En uno de los extremos de este tubo, se suelda un pequeño recipiente, bien de forma cilíndrica ó esférica. El todo se llena de mercurio puro, seco y caliente, cerrando á fuego la abertura del tubo, durante cuya operación hay que cuidar esté constantemente ocupado por el mercurio el tubo, y lo que se consigue dilatándolo por el calor.



Para trazar la escala ó graduar el termómetro (*figura 28*), se han elegido dos puntos invariables, fáciles de hallar en las mismas circunstancias.

Los dos puntos generalmente escogidos, son: la temperatura de fusión del hielo y la de ebullición del agua, porque la columna de mercurio se detiene siempre en el mismo punto, en el hielo fundente, permaneciendo estacionaria mientras dura la fusión, y se ha observado la misma permanencia durante la ebullición del agua.

Se coloca, pues, el tubo en nieve ó rodeado de pepueños fragmentos de hielo fundente; el mercurio desciende en el tubo, porque con el enfriamiento disminuye de volumen; en el punto en que se detenga N. E., se hace una marca ó señal.

Se obtiene el segun-

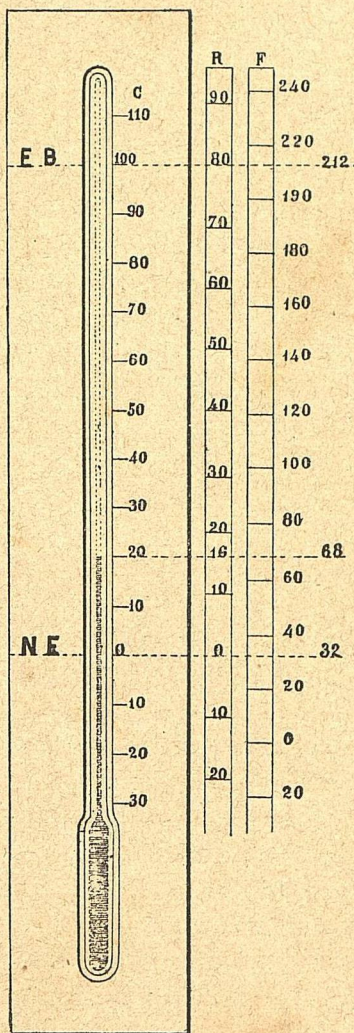


FIG. 28.

do punto, sumergiendo el depósito y casi todo el tubo en el vapor de agua hirviendo; el mercurio sube porque se dilata; el punto E B en que se detenga será el buscado. Estos dos puntos son generalmente fijados sobre una plancha ó en el mismo tubo, y el espacio total se divide de la siguiente manera:

1.º Para la escala *centígrada*; se coloca 0 en el hielo fundente, 100 en la ebullición: el intervalo se divide en 100 partes iguales y se prolongan las divisiones por encima y por debajo.

2.º Para la escala *Reamur*; se coloca 0 en el hielo fundente, 80 en el agua hirviendo: se divide en 80 partes iguales y se prolongan las divisiones por ambos lados.

3.º Para la escala *Fahrenheit* (termómetro inglés); se coloca 32 en el hielo, 212 en la ebullición: el intervalo se divide en 180 partes y se prolongan las divisiones.

Para reducir grados de una escala á los de otra, bastará tener presente la relación que hay entre el número de partes en que cada escala está dividida, la cual expresará el número fraccionario por quien habrá que multiplicar en cada caso.

Sabemos que:

$$\frac{100}{180} = \frac{5 \times 20}{9 \times 20} = \frac{5}{9} \quad \text{y} \quad \frac{100}{80} = \frac{5 \times 20}{4 \times 20} = \frac{5}{4}.$$

Estas dos relaciones simplificadas, nos permiten obtener la siguiente sencilla regla:

Para convertir grados de la escala centígrada en la de Fahrenheit, se multiplican por $\frac{9}{5}$ y al producto se



suma 32, que es el punto de esta última escala, equivalente al 0 de la centígrada.

Ejemplo: 28 grados centígrados ¿á cuantos equivalen Farenheit?

$$28 \times \frac{9}{5} = \frac{252}{5} = 50'4 \quad 50'4 + 32 = 82'4 \text{ Farenheit.}$$

82'4 Farenheit ¿á cuantos centígrados equivalen?

$$82'4 - 32 = 50'04, \quad 50'4 \times \frac{5}{9} = \frac{252}{9} = 28 \text{ centígrados.}$$

Más simple es todavía la reducción de centígrados á Reamur y viceversa: bastará multiplicar por $\frac{4}{5}$ en el primer caso y por $\frac{5}{4}$ en el segundo. (*Véase la Tabla inserta en la página siguiente*).

30. Calorías.

Se mide la cantidad de calor que absorbe ó suministra un cuerpo, por medio de una unidad especial llamada *caloría*, que es la cantidad de calor que se necesita suministrar á un kilogramo ó á un gramo de agua para elevar su temperatura un grado centígrado, estando el agua al máximo de su densidad.

La cantidad de calor necesaria para elevar un grado centígrado la temperatura de un kilogramo de agua no es constante; varía con la temperatura inicial, pero las diferencias son pequeñas, y entre los límites de temperaturas usadas en las máquinas puede servir de unidad, es decir, que prácticamente necesita la misma cantidad de calor un kilogramo de agua para elevar su tempe-



Reduccion de los grados de la escala del termómetro Centígrado á grados
Reamur y Farhenheit

C	R	F	C	R	F	C	R	F
- 90	- 70.20	+150.80	+310	+240.80	+ 870.80	+ 71	+560.80	+1590.80
8	6.40	17.60	32	25.60	89.60	72	57.60	161.60
7	5.60	19.40	33	26.40	91.40	73	58.40	163.40
6	4.80	21.20	34	27.20	93.20	74	59.20	165.20
5	4.00	23.00	35	28.00	95.00	75	60.00	167.00
4	3.20	24.80	36	28.80	96.80	76	60.80	168.80
3	2.40	26.60	37	29.60	98.60	77	61.60	170.60
2	1.60	28.40	38	30.40	100.40	78	62.40	172.40
1	0.80	30.20	39	31.20	102.20	79	63.20	174.20
0	0.00	32.00	40	32.00	104.00	80	64.00	176.00
+ 1	+ 0.80	33.80	41	32.80	105.80	81	64.80	177.80
2	1.60	35.60	42	33.60	107.60	82	65.60	179.60
3	2.40	37.40	43	34.40	109.40	83	66.40	181.40
4	3.20	39.20	44	35.20	111.20	84	67.20	183.20
5	4.00	41.00	45	36.00	113.00	85	68.00	185.00
6	4.80	42.80	46	36.80	114.80	86	68.80	186.80
7	5.40	44.60	47	37.60	116.60	87	69.60	188.60
8	6.60	46.40	48	38.40	118.40	88	70.40	190.40
9	7.20	48.20	49	39.20	120.20	89	71.22	192.20
10	8.00	50.00	50	40.00	122.00	90	72.00	194.00
11	8.80	51.80	51	40.80	123.80	91	72.80	195.80
12	9.60	53.60	52	41.60	125.60	92	73.60	197.60
13	10.40	55.40	53	42.40	127.40	93	74.40	199.40
14	11.20	57.20	54	43.20	129.20	94	75.20	201.20
15	12.00	59.00	55	44.00	131.00	95	76.00	203.00
16	12.60	60.80	56	44.80	132.80	96	76.80	204.80
17	13.40	62.60	57	45.60	134.60	97	77.60	206.60
18	14.10	64.40	58	46.40	136.40	98	78.40	208.40
19	15.20	66.20	59	47.80	138.20	99	79.20	210.20
20	16.00	68.00	60	48.00	140.00	100	80.00	212.00
21	16.80	69.80	61	48.80	141.80	101	80.80	213.80
22	17.60	71.60	62	49.60	143.60	102	81.60	215.60
23	18.40	73.40	63	50.40	145.40	103	82.40	217.40
24	19.20	75.20	64	51.20	147.20	104	83.20	219.20
25	20.00	77.00	65	52.00	149.00	105	84.00	221.00
26	20.80	78.80	66	52.80	150.80	106	84.80	222.80
27	21.60	80.60	67	53.60	152.60	107	85.60	224.60
28	22.40	82.40	68	55.40	154.40	108	86.40	226.40
29	23.20	84.20	69	55.20	156.20	109	87.20	228.20
30	24.00	86.00	70	56.00	158.00	110	88.00	230.00
00.1	00.08	30.38	00.4	00.32	30.92	00.7	00.56	00.46
0.2	0.16	3.56	0.5	0.47	4.10	0.8	0.64	0.64
0.3	0.24	3.74	0.6	0.48	4.28	0.9	0.72	0.82



ratura de 0° á 1° , que de 40° á 41° y que de 90° á 91° .

Hay dos clases de *calorías*: la *caloría mayor*, que es la cantidad de calor necesaria para elevar 1° centígrado la temperatura de un kilogramo de agua, y la *caloría menor*, que es la necesaria para producir la misma elevación de temperatura de un gramo de agua. } 821

El *calor específico* de un cuerpo sólido ó líquido, es el número de calorías que necesita un kilogramo de este cuerpo para elevar su temperatura de 0° á 1° centígrado. } 421

La tabla siguiente, al mismo tiempo que enseña los calores específicos de algunos cuerpos, nos hace ver que el del agua es superior á todos los demás, pues todos están representados por cantidades menores que la unidad.

CALOR ESPECÍFICO DE ALGUNOS CUERPOS

Agua.	1	Cobre	0'095
Carbón	0'124	Mercurio.	0'032
Mármol	0'210	Oro	0'032
Benzina	0'393	Plata.	0'057
Alcohol	0'547	Platino	0'032
Aceite de oliva	0'301	Plomo	0'081
Hierro	0'114	Estaño	0'036

El calor específico de los gases se define de la misma manera que el de los sólidos y líquidos; pero en los gases, por razón de su estado físico, existen dos coeficientes diferentes: 1.º, el calor específico bajo *presión constante*; 2.º, el calor específico bajo *volumen constante*.

El primero es la cantidad de calor que precisa comunicar á un gramo del gas para elevar su temperatura de 0° á 1° , dejándolo dilatarse libremente bajo



presión constante. Para el aire, este coeficiente, que se representa por C es 0,237 calorías.

El segundo es la cantidad de calor necesaria para elevar de 0° á 1° la temperatura de un gramo de gas, *pero sin dejarlo dilatarse*, y por, consiguiente, manteniendo su volumen *constante*. Para el aire, este coeficiente representado por c es 0,169 calorías.

Se comprende que c sea menor que C , debido al desprendimiento de calor que resulta de la compresión del gas al impedirse su dilatación. Solo se puede determinar directamente el calor específico C á presión constante.

El otro coeficiente se ha determinado de una manera indirecta y solo para un corto número de gases, hallando, por medios que dá la termodinámica, la rela-

$$\text{ción } \frac{C}{c} .$$

CALOR ESPECÍFICO DE ALGUNOS GASES

Aire	á presión constante.	. . . . .	0,2378
Oxígeno	»	»	0'2181
Hidrógeno	»	»	0'4048
Vapor de agua	»	»	0'4750

CALOR DE FUSIÓN

Número de calorías necesarias para fundir un kilogramo de:

Plata	21	Plomo	5'5
Zinc	28	Mercurio	2'8
Estaño	14'3	Hielo	79'25

Para licuar un kilogramo de hielo se necesitan



79°25 calorías. Mezclando un kilogramo de hielo á 0° con un kilogramo de agua á 79°25, se obtienen 2 kilogramos de agua á 0°.

MEZCLAS FRIGORÍFICAS

Sulfato de sosa	partes en peso	8	} — 17°
Acido clorídrico	— — —	5	
Hielo	— — —	2	} — 19°
Sal marina	— — —	1	
Fosfato de sosa	— — —	9	} — 29°
Acido nítrico	— — —	4	
Cloruro de cal	— — —	4	} — 51°
Nieve	— — —	3	
Acido carbónico sólido	— — —	3	} — 110°
Nieve	— — —	3	

CONGELACIÓN DEL ACEITE

Oliva	+ 2°
Colza	— 6°
Lino	— 27°

Un cuerpo es un buen ó mal *conductor* del calor, según que él deje ó permita más ó menos fácilmente circular el calor en su masa.

Todos los metales son buenos conductores.

Los líquidos (excepción del mercurio), los gases, las maderas, los depósitos salinos, son muy malos conductores.

Las superficies blancas ó pulimentadas dejan difícilmente entrar y salir el calor de los cuerpos que ellas cubren: lo contrario tiene lugar con las negras y sin pulimento.

Estas propiedades de los cuerpos se utilizan en las



máquinas de vapor para impedir los enfriamientos. Así las calderas se recubren con hojas de fieltro y por encima con telas pintadas de blanco.

Esta capa de fieltro, llamada forro de la caldera, tiene un grueso de 0'04 m. y sobre ella se instala algunas veces un forro de madera, sostenido por planchuelas de hierro que se afirman á las paredes de aquéllas al través de todo el revestimiento. Esto se hace con objeto de evitar el desperdicio de calor, que por la superficie externa del generador tiene lugar como consecuencia de la radiación.

CONDUCTIBILIDAD DE ALGUNOS CUERPOS PARA EL CALOR

Oro	77	Plomo	14
Platino	75	Mármol	3
Plata	74	Vidrio	0'8
Cobre	69	Cok en polvo	0'26
Hierro	28	Aire	0'04
Zinc.	27	Lana	0'04

31. Vapor.

El paso del estado líquido al gaseoso, recibe el nombre de *vaporización*, y el resultado de este cambio, es decir, el gas resultante, el de *vapor* del líquido de que se trate.

Para nosotros y siempre que empleemos la palabra vapor, deberemos entender se refiere al vapor de agua.

El agua produce vapor á cualquiera temperatura.

La prueba de ello está, en que un cuerpo mojado se pone al aire y aunque éste sea frío se seca; hasta el hielo mismo emana vapor.



Evaporización, es la producción de vapor en la superficie de un líquido á las temperaturas ordinarias. } 1 Lec 1

Ebullición, es la producción rápida de vapor en toda la masa de un líquido, dando lugar á grandes burbujas que estallan en la superficie. } 4 Lec 1

El agua hierve siempre á la misma temperatura si ella es pura y está sometida á la misma presión.

Bajo la presión atmosférica, la ebullición tiene lugar á los 100° centígrado; pero si el agua se encierra en un vaso ó depósito en el cual se haga un vacío más ó menos perfecto, hervirá á temperaturas cada vez más bajas en proporción á la mayor cantidad de vacío ó disminución de la presión.

Por esa razón en Madrid, cuya altura sobre el nivel del mar es de 663 metros y por tanto la presión atmosférica de 694 milímetros, el agua hervirá á los 98° próximamente.

A los 1040 metros de elevación que corresponden á una presión atmosférica de 667, la ebullición del agua pura tendrá lugar á los 96°.

En San Gotardo, que se encuentra á 2075 metros y á la presión, por tanto, de 586 milímetros, á los 93°; y por último, á los 4000 metros á unos 86° próximamente.

Suponiendo la presión la misma, los líquidos hierven á temperaturas diferentes:

El éter hierve á	37,8°
El alcohol á	78,6°

Estos líquidos son más volátiles que el agua.



El agua del mar á	100,7°
El agua saturada de sal marina á . . .	108,7°
La esencia de trementina á	157,0°
El ácido sulfúrico á	310,0°
Los aceites á.	316,0°
El mercurio á	350,0°

Estos líquidos son menos volátiles que el agua.

Mezclando con el agua líquidos más volátiles, se adelanta el punto de ebullición. Por el contrario, si se une con líquidos menos volátiles ó bien se le disuelven sales, se retarda.

Cuando la presión se aumenta en vez de disminuirla, se retarda la ebullición; y tanto más, cuanto más considerable sea el aumento.

Si se mete un milígramo de agua en un tubo de vidrio cerrado por su parte inferior y se ajusta una especie de émbolo que no haga presión sobre el líquido y se pone el tubo bajo la acción de una llama hasta convertir en vapor la cantidad de agua dicha, se observará que á medida que el agua se transforma en vapor, el émbolo irá subiendo hasta alcanzar una altura de 1'695 metros, cuando toda la masa líquida quede en gas convertida. Esto traducido al lenguaje vulgar quiere significar ó decir, que el vapor á la presión de una atmósfera y á la temperatura de 100°, ocupa un espacio 1700 veces más grande aproximadamente del que corresponde al líquido que lo ha generado.

Un litro de agua producirá, por tanto, 1.700 litros de vapor á 100° (una atmósfera presión); cerca de 850 litros á 121° (2 atmósferas presión); cerca de 600 litros á 134° (3 atmósferas presión); cerca de 160 á 188° (12 atmósferas presión) y así sucesivamente.



Las ebulliciones tumultuosas en las calderas deben ser consideradas como accidentes, teniendo cuidado en prevenirlas y una vez que se presenten, hacerlas desaparecer prontamente, aumentando los fuegos ó disminuyendo la salida de vapor de la caldera.

El perjuicio que ocasionaría la ebullición propiamente dicha en la caldera, se traduce en fuertes trepidaciones que hacen padecer las planchas, y en proyecciones de agua en tubos y cilindros, etc., con evidente daño.

Las leyes á que está sujeto el fenómeno de la ebullición, son las siguientes:

1.^a *La temperatura de ebullición aumenta con la presión.*

2.^a *Para una presión dada, la ebullición no empieza sino á una temperatura determinada, que varía de un líquido á otro, pero que para igual presión es siempre la misma en un mismo líquido.*

3.^a *Por muy grande que sea el calor aplicado á un líquido, la temperatura permanece invariable desde el momento que empieza la ebullición.*

La *tensión* ó fuerza elástica del vapor, es la fuerza más ó menos grande con la cual él tiende á separar las paredes del vaso que lo contiene: se evalúa generalmente en atmósferas, centímetros de mercurio ó libras.

La *presión* es el resultado de la tensión: esta última, la causa; aquélla, el efecto. Se la mide por el número de kilogramos sobre cada centímetro cuadrado de superficie; así, una tensión de 2 atmósferas ó bien 152 centímetros de mercurio, dá lugar á una presión de dos veces 1'033 kilogramos por centímetro cuadrado de superficie.

221



Las tensiones del vapor se miden por comparación con la presión media de la atmósfera. Esta equivale á la acción normal de 1'033 kilogramos sobre cada centímetro cuadrado de superficie de un cuerpo cualquiera, ó en medidas inglesas á 14'7 libras sobre pulgada cuadrada.

En los barómetros ya hemos visto que la atmósfera se equilibra con una columna de mercurio de 0'76 m. ó de 30 pulgadas próximamente. Por consiguiente, la tensión del vapor puede evaluarse en *kilogramos* sobre *centímetro* cuadrado, en *libras* sobre *pulgada* cuadrada, en *centímetros* ó en *pulgadas* de *mercurio*, y últimamente en *atmósferas*.

Por ejemplo: la tensión del vapor es de 2 atmósferas, 2'066 kilogramos, 30 libras, 152 centímetros ó 60 pulgadas de mercurio; cantidades equivalentes entre sí, pues todas ellas significan que la presión del vapor es doble de la que produciría la atmósfera terrestre.

Para convertir la evaluación de la presión dada en una de estas formas en otra cualquiera de las que pueden emplearse, bastará formar una proporción directa con los datos dados y sus unidades equivalentes.

EJEMPLO I.—¿Cuál es el número φ de atmósferas equivalentes á una presión de 1'40 kg. por centímetro cuadrado?

$$\frac{\varphi}{1'40\text{ks}} = \frac{1\text{at}}{1'033\text{ks}} \text{ de donde } \varphi = \frac{1 \times 1'40}{1'033} = 1'355 \text{ at.}$$

EJEMPLO II.—¿Cuál es el número φ de atmósferas equivalentes á una presión de 80 libras por pulgada cuadrada?



$$\frac{\varphi}{80\text{lbs}} = \frac{1\text{at}}{14.7} \text{ de donde } \varphi = \frac{1 \times 80}{14.7} = 5.4 \text{ at.}$$

EJEMPLO III.—¿Cuál es el número φ de centímetros de mercurio equivalente á 2.710 atmósferas?

$$\frac{\varphi}{2.710\text{at}} = \frac{76\text{cm}}{1\text{at}} \text{ de donde } \varphi = \frac{2.710 \times 76}{1} = 205.92 \text{ cm.}$$

EJEMPLO IV.—¿Cuál es el número φ de kilogramos por centímetro cuadrado, correspondiente á una presión de 2.710 atmósferas?

$$\frac{\varphi}{2.71\text{at}} = \frac{1.033\text{kg}}{1\text{at}} \text{ de donde } \varphi = \frac{2.71 \times 1.033}{1} = 2.80 \text{ kgs.}$$

EJEMPLO V.—¿Cuál es el número φ de kilogramos por centímetro cuadrado, equivalente á una presión de 103 centímetros?

$$\frac{\varphi}{103\text{cm}} = \frac{1.033\text{kg}}{76\text{cm}} \text{ de donde } \varphi = \frac{103 \times 1.033}{76} = 1.40 \text{ kg.}$$

32. Manómetros.

Se mide la presión del vapor por medio de los *manómetros*.

Se conocen tres clases de manómetros:

Manómetro de *aire libre*, de *aire comprimido* y *metálico*. Dicho se está, que en todos ellos la unidad de medida es la presión atmosférica, expresada en libras ó atmósferas.

Consiste el *manómetro de aire libre*, en un tubo abierto de cristal sumergido en una cubeta de mercurio



colocada en una envuelta metálica, de modo que el gas ó vapor cuya fuerza elástica quiere medirse, puede actuar sobre la superficie del mercurio. Este, como consecuencia de la presión que sufre, se eleva en el tubo

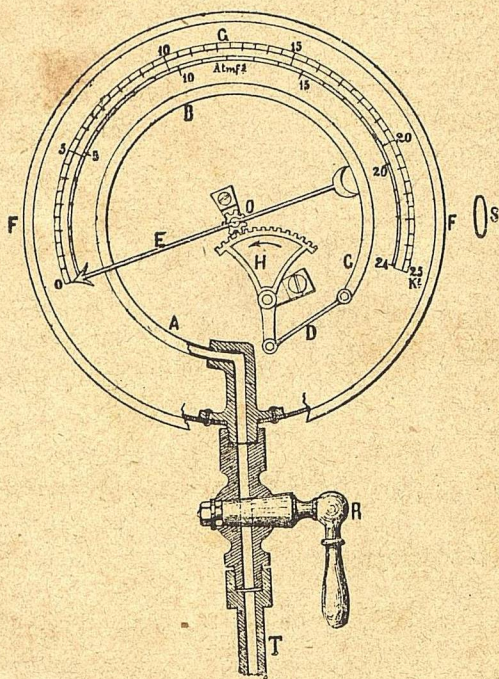


FIG. 29.

á una altura que es tanto mayor cuanto más considerable es la presión.

Con este manómetro no pueden medirse presiones superiores á 6 atmósferas.

El *manómetro de aire comprimido* se reduce á un tubo de vidrio cerrado por su extremidad superior y lleno de aire. La parte inferior está en comunicación con un recipiente metálico lleno de mercurio.

El vapor ó gas se pone en comunicación con la superficie del mercurio en términos análogos á como se efectúa con el manómetro de aire libre.

Por último, el *manómetro metálico* se funda en el principio de que cuando un tubo de paredes flexibles enrollado en espiral sufre una presión interior, el efecto ocasionado se traduce en desarrollarse el tubo.

El más usado es el manómetro metálico de Bourdon (*fig. 29*).

Es un tubo de latón encorvado en espiral *A B C*, de sección elíptica *S*; una de sus extremidades *A* comunica con la caldera por el tubo *T* provisto de una llave *R*; el otro extremo *C* está cerrado y lleva la articulación de una pequeña palanca *D* que puede dar movimiento de rotación á una aguja *E* alrededor del punto *O*; el todo está encerrado en una caja cilíndrica *F* y cubierta con un cristal.

Cuando la presión aumenta en el tubo, la sección tiende á convertirse en circular, el tubo se desarrolla y marca la presión del vapor sobre un cuadrante graduado *G*. Las divisiones del cuadrante corresponden á centímetros de mercurio, libras ó atmósferas, según la magnitud de las tensiones en que el aparato se emplea. Lo más general en las graduaciones, son las atmósferas ó libras.

Algunos manómetros indican solamente el exceso de presión del vapor sobre la presión atmosférica; este exceso se llama *presión nominal*; es necesario añadirle



una atmósfera para obtener la presión. Si el manómetro, comunicando con el aire libre, la aguja marca cero, dará la presión nominal; si señala 1 en iguales circunstancias, dará la presión real en atmósferas.

33. Vapor saturado y recalentado.

Vapor *saturado* es el vapor en contacto con el líquido que lo produce, como acontece en las calderas.

El vapor así formado tiene su densidad constante, y su temperatura es igual á la del líquido con el cual está en contacto.

Vapor *desaturado* ó *recalentado*, el que no estando en contacto con el líquido, se eleva á mayor temperatura que éste.

El vapor recalentado tiene, á igualdad de presión, mayor temperatura y menor densidad que el vapor saturado correspondiente.

Según que el vapor se encuentre en uno ó en otro caso, así son los usos y aplicaciones que de él se hacen, como más adelante veremos.

Tensión *máxima* del vapor es la más alta tensión que puede adquirir el vapor saturado: depende únicamente de la temperatura del líquido que lo produce. Contrariamente á la ley de Mariotte, que no es verdadera más que para los gases permanentes ó vapores recalentados, si se disminuye el volumen de un vapor saturado, una parte del vapor se hace líquido; si se aumenta su volumen, una parte del agua se convierte en vapor; pero la tensión es siempre la misma á igualdad de temperatura.

La Tabla que sigue, pone de manifiesto la relación en que están la presión, temperatura, volumen y peso del vapor que nos ocupa.



Tabla de la fuerza elástica del vapor de agua de 100° á 200°, según las experiencias de Regnault; peso de 1 metro cúbico, y del volumen de 1 kg. de vapor y peso de 1 metro cúbico de aire á la misma temperatura y presión.

Temperatura	FUERZA ELASTICA DEL VAPOR			VAPOR		AIRE
	En atmósferas	En altura de mercurio	En altura columna de agua	Peso de 1 m. ³	Volumen de 1 kg.	Peso de 1 m. ³
	Atmósf. ^a	Met.	Met.	Kg.	m. ³	Kg.
100°	1.0000	0.76000	10.3329	0.58841	1.6995	0.94600
101	1.0363	0.78759	10.7780	0.60814	1.0444	0.97772
102	1.0737	0.81601	11.095	0.62840	1.5713	1.01030
103	1.1122	0.84528	11.492	0.64921	1.5403	1.04076
104	1.1518	0.87541	11.902	0.67057	1.4913	1.07808
105	1.1926	0.90641	12.323	0.89247	1.4441	1.1133
106	1.2346	0.93831	12.757	0.71495	1.3987	1.1494
106.36	1.25	0.95000	12.916	0.72317	1.3828	1.1627
107	1.2778	0.97114	13.204	0.73802	1.3550	1.1865
108	1.3222	1.00491	13.663	0.76167	1.3129	1.2246
109	1.3680	1.03965	14.138	0.78594	1.2724	1.2626
110	1.4150	1.07537	14.621	0.81082	1.2336	1.3036
111	1.4636	1.11209	15.120	0.83681	1.1957	1.3446
111.74	1.50	1.14000	15.499	0.85565	1.1687	1.3757
112	1.5129	1.14983	15.633	0.86245	1.1595	1.3806
113	1.5640	1.18861	16.160	0.88922	1.1246	1.4296
114	1.7164	1.22847	16.702	0.91666	1.0909	1.4737
215	1.6703	1.26941	17.259	0.94477	1.0585	1.5189
116	1.7256	1.31147	17.831	0.97356	1.02716	1.5652
116.43	1.75	1.33000	18.083	0.98622	1.01397	1.5856
117	1.7824	1.35466	18.418	1.00304	0.99697	1.6126
118	1.8408	1.39902	19.021	1.03323	0.96784	1.6611
119	1.9007	1.44455	19.640	1.06413	0.93973	1.7108
120	1.9622	1.49128	20.275	1.0958	0.91261	1.7617
120.60	2.00	1.52000	20.656	1.1151	0.89674	1.7879
121	2.0253	1.53925	20.923	1.1231	0.88642	1.8137
122	2.0901	1.58847	21.597	1.1613	0.86114	1.8670
123	2.1565	1.63896	22.283	1.1951	0.83673	1.9214
124	2.2246	1.69076	22.987	1.2298	0.81314	1.9772
124.36	2.25	1.71000	23.249	1.2427	0.80472	1.9978
125	2.2947	1.74388	23.710	1.2652	0.79036	2.0342
126	2.3663	1.79835	24.450	1.3012	0.76353	2.0919
127	2.4397	1.85420	25.210	1.3385	0.74703	2.1520



Temperatura	FUERZA ELÁSTICA DEL VAPOR			VAPOR		AIRE
	En atmósferas	En altura de mercurio	En altura columna de agua	Peso de 1 m. ³	Volumen de 1 kg.	Peso de 1 m. ³
	Atmós. ³	Met.	Met.	Kg.	m ³	Kg.
127 80''	2.50	1.90000	25.832	1.3689	0.73053	2.2008
128	2 5151	1.91147	25.988	1 3765	0.72651	2.2125
129	2 5923	1.97015	26.786	1.4152	0.70663	2.2752
130	2.6714	2 03028	27.604	1.4547	0.68711	2.3388
130.97	2.75	2.09000	28.415	1.4939	0.66938	2 4018
131	2 7525	2.09194	28.442	1.4952	0 66881	2.4039
132	2.8356	2.15503	29.300	1.5365	0.65084	2.4702
139	2 9206	2 21969	39 179	1.5787	0.63344	2.5381
133.91	3.00	2.28000	30.999	1.6179	0.61807	2.6012
134	3.0078	2.28592	34.079	1.6218	0.61660	2.6074
135	3.0970	2.35373	32 001	1.6658	0.60031	2.6781
136	3.1884	2.42316	32.945	1.7107	0.58454	2.7504
136.66	3.25	2.47000	31.582	1.7410	0.57438	2.7990
137	3 2819	2.49423	33.911	1.7566	0.56928	2.8241
138	3.3776	2.56700	34.901	1.8035	0.55449	2.8995
139	3 4753	2.64144	35.913	1.8555	0.53893	2.9831
139.25	3.50	2.66000	36.165	1.8631	0.53683	2.9954
14	3.5753	2.71763	36.949	1.9044	0 52510	3 0617
141	3.6784	2.79557	38 003	1.9498	0 51288	3 1347
141.68	3.75	2.85000	38.748	1.9845	0.50391	3.1905
142	3.7833	2.87530	39.092	2.0006	0.49986	3.2163
143	3.8904	2.95686	40.201	2 0524	0.48724	3.2996
144	4 0003	3.04026	41 335	2 1052	0.47502	3.3845
145	4.1126	3.12555	42.495	2.1591	0.46317	3 4712
146	4.2273	3 21174	43 680	2.2140	0.45168	3.5595
146.19	4 25	3.23000	43.915	2.2249	0.44947	3.4770
147	4.3446	3.30187	44 892	2.2700	0.44053	3.6495
148	4.4644	3.39298	46.131	2.3271	0.42973	3.7413
148.29	4.50	3.42000	76.498	2.3440	0.42662	3.7685
149	4 5870	3.48609	47 396	2.3852	0.41924	3.8348
150	4 7121	3.58123	48.690	2.4445	0.40908	3.9301
150.30	4.75	3.61000	49 081	2.4624	0.40610	3.9589
151	4 8400	3.67843	50.012	2.5050	0.39921	4.0273
152	4.9707	3 77774	51.362	2.5665	0.39963	4.1263
152.22	5.00	3.88000	51.665	2.5803	0.38755	4.1484
153	5 1042	3.87918	52 741	2.6293	0.38034	4.1271
154	5.2405	3.98277	54.150	2.6931	0.37131	4.3298
154.07	5.25	3.99000	54.248	2.6976	0.37072	4.3370
155	5 3799	4.08856	55 588	2.7582	0.36256	4.4344
155.85	5.50	4.18000	56.831	3 8143	0.35533	4.5246



Temperatura	FUERZA ELASTICA DEL VAPOR			VAPOR		AIRE
	En atmós. ras	En altura de mercurio	En altura columna de agua	Peso de 1 m ³	Volumen de 1 kg.	Peso de 1 m ³
	Atmós. ^a	Met.	Met.	Kg.	m ³	Kg.
156°	5.5218	4.19659	57.507	2.8245	0.35405	4.5520
157	5.6669	4.30688	58.556	2.8920	0.34579	4.6495
157.64	5.75	4.37000	59.414	2.9305	0.34124	4.7114
158	5.8151	4.41945	60.086	2.7606	0.33776	4.7599
159	5.9663	4.53436	61.649	3.0306	0.32998	4.8723
159.22	6.00	4.56000	61.997	3.0462	0.32828	4.8974
160	6.1206	4.65162	63.243	3.1018	0.32240	4.9663
161	6.2780	4.77128	64.870	3.1742	0.31504	5.1033
162	6.4386	4.89336	66.530	3.2479	0.30789	5.2218
162.37	6.50	4.94000	67.164	3.2761	0.30524	5.2671
163	6.6025	5.01791	68.223	3.3230	0.30094	5.3424
164	6.7697	5.14494	69.951	3.3993	0.29418	5.4651
165	6.9402	5.27454	71.712	3.4770	0.28761	5.5900
165.34	7.00	5.32000	72.330	3.5042	0.28535	5.6338
166	7.1141	5.40669	73.509	3.5549	0.28122	5.7169
167	7.2913	5.54142	75.341	3.6363	0.27501	5.8461
168	7.4721	5.67882	77.209	3.7171	0.26903	5.9760
168.15	7.50	5.70000	77.497	3.7306	0.26806	5.9977
169	7.6564	5.81800	79.113	3.8011	0.26309	6.1110
170	7.8443	5.96166	81.054	3.8855	0.25737	6.2468
170.81	8.00	6.08000	82.663	3.9554	0.25282	6.3591
171	8.0356	6.10719	83.033	3.9714	0.25180	6.3848
172	8.2309	6.25548	85.049	4.0586	0.24639	6.5252
173	8.4297	6.40600	87.104	4.1474	0.24112	6.6978
173.35	8.50	6.46000	87.830	4.1786	0.23931	6.7181
174	8.6323	6.56055	89.197	4.2375	0.23599	6.8127
175	8.8387	6.71744	91.330	4.3292	0.23099	6.9610
175.71	9.00	6.84000	92.996	4.4006	0.22724	7.0749
176	9.0490	6.87722	93.502	4.7222	0.26613	7.1097
177	9.2631	7.03997	95.715	4.5668	0.22140	7.2618
178	9.4812	7.20572	97.968	4.6129	0.21678	7.4162
178.08	9.50	7.22000	98.163	4.6212	0.21639	7.4296
179	9.7033	7.37452	100.263	4.7105	0.21229	7.7532
180	9.9295	7.54639	102.600	4.8096	0.20790	7.7325
180.31	10.00	7.60000	103.329	4.8406	0.20659	7.2821
181	10.1597	7.72137	104.980	4.9163	0.20365	7.8914
182	10.3941	7.89952	107.402	5.0125	0.19950	8.0588
183	10.6327	8.08084	109.87	5.1163	0.19545	8.2256
184	10.8755	8.26540	112.37	5.2217	0.19151	8.3951
184.50	11.00	8.36009	113.66	5.2757	0.18955	8.4819



Temperatura	FUERZA ELÁSTICA DEL VAPOR			VAPOR		AIRE
	En atmósferas	En altura de mercurio	En altura columna de agua	Peso de 1 m ³	Volumen de 1 kg.	Peso de 1 m ³
	Atmós. ^a	Met.	Met.	Kg.	m ³	Kg.
185°	11.1226	8 45323	114.93	5.3287	0.18766	8.5671
186	11.3741	8.64435	117.53	5.4373	0.18391	8.7417
187	11.6300	8.83882	120.17	5.5445	0.18026	8.9189
188	11.8903	9.03668	122.86	5.6594	0.17670	9.0987
188.41	12.00	9.12000	123.99	5.7065	0.17323	9.1744
189	12.1542	9.23725	125.50	5.7725	0.17324	9.2805
190	12.4246	9.44270	128.38	5.8881	0.16983	9.4664
191	13.6986	9.65003	131.22	6.0050	0.16653	9.6343
192	13.9772	9.86271	134.09	6.1235	0.16341	9.8449
192.08	13.00	9.88000	134.33	6.1332	0.16305	9.8602
193	13.2605	10.07804	137.02	6.2438	0.16016	10.0382
194	13.5487	10.29701	140.00	6.3658	0.15709	10.2344
195	13.8416	10.51963	143.02	6.4895	0.15410	10.4332
195.53	14.00	10.64000	144.66	6.5563	0.15253	10.5407
196	14.1394	10.74592	146.10	6.6149	0.15117	10.6349
197	14.4408	10.97597	149.22	5.7415	0.14834	10.8390
198	14.7498	11.20979	152.41	6.8712	0.14554	11.047
198.80	15.00	11.40000	154.89	6.9759	0.14335	11.215
199	15.0625	11.44443	155.64	7.0020	0.14282	11.257
200	15.3802	11.68690	158.92	7.1345	0.14016	11.489

Las tensiones de los vapores desaturados ó recalentados cuando se aumenta la temperatura, se elevan muy lentamente: su crecimiento es casi proporcional al de la temperatura. Si se toma un vapor saturado á 100° para recalentarlo ó desaturarlo, su tensión á 200° no llegará más que á 1 $\frac{1}{2}$ atmósferas.

Según lo expuesto hasta aquí, los gases permanentes ó los vapores recalentados, obedecen, cuando la presión que sufren no cambia, á la ley establecida por *Gay-Lussac* sobre la dilatación relativa á la temperatura, y que así se expresa.

Los gases permanentes y los vapores *desaturados*,



cuando están á una temperatura y tensión alejadas de su punto de licuación, se dilatan una cantidad constante para cada grado de aumento en la temperatura, á condición de que la presión que soporten y que es igual á su tensión, sea constante.

Esta ley con la de Mariotte, permite encontrar la tensión de un vapor recalentado cuando se conoce el coeficiente de dilatación, según se ha puesto de manifiesto (25.)

34. Calor latente.

Para convertir un kilogramo de agua que se encuentre á 0° de temperatura, en vapor á 100°, se necesitan 640 calorías: si el agua en lugar de 0° marcase 100°, entonces solo serian precisas 540.

Estas 540 calorías, que ninguna sensación producen en las indicaciones del termómetro y que se combinan por decirlo así, con las moléculas del agua para convertirlas en vapor, se llama *calor de vaporización* ó *calor latente*, muy distinto por cierto del calor sensible, que es el que indica el termómetro y acusa la temperatura.

El *calor de vaporización* se divide en dos: *calor latente interno* y *calor latente externo*. Este último es el equivalente al trabajo que el vapor puede producir, y aquél, diferencia entre el total de vaporización y el latente externo, es el que queda almacenado en el vapor y que se ha empleado en el trabajo de disgregación.

Si el agua marcase 40°, para convertir un kilogramo de ella en vapor á 100°, se necesitarían 60 calorías *sensibles* y 540 *latentes*, formando un total de 600; si se



encontrase á 70° serían precisas 30 sensibles y 540 latentes: y en general $640 - T$, representando T la temperatura inicial del agua que se evapORIZA.

Para mejor comprender la verdadera significación de *calor latente*, bastará fijarse en la siguiente sencilla explicación.

Si un cuerpo sólido se convierte en líquido es porque *absorbe calor*: y lo mismo ocurre para que un líquido llegue á evaporizarse.

Cuando un líquido se solidifica, no es ya absorción, sino *emisión* ó desprendimiento *de calor* lo que se efectúa; y otro tanto acontece con la condensación del vapor. Desde el momento que la escala termométrica alcanza la altura ó el descenso que corresponde al principio de cada uno de estos fenómenos enunciados, la *temperatura permanece constante*, sin perjuicio del calor absorbido ó emitido.

El calor total de vaporización, cuando se quiere convertir el agua en vapor, marcando 121° , 135° , 145° ..., es decir, teniendo una tensión de 2, 3, 4... atmósferas aumenta muy poco: *Watt* ha descubierto que en los límites ordinarios, el calor total de vaporización de un kilogramo de agua, tomado á t° , es próximamente igual á $640 - t$ cualquiera que sea la temperatura final, de tal manera que el aumento de calor sensible está casi compensado por la disminución de calor latente. Esta ley de *Watt* ha sido verificada y corregida por el químico francés *Regnault*; pero en la práctica se la puede considerar como suficientemente aproximada.

35. Condensación.

La condensación del vapor es el cambio al estado



líquido, por medio del enfriamiento ó compresión.

Se condensa el vapor en las máquinas haciéndolo entrar en un vaso ó depósito cerrado llamado *condensador*, al cual llega una inyección de agua fría, en cuyo caso se dice que la condensación se ha verificado ó se verifica por inyección ó mezcla: también puede realizarse, poniendo el vapor en contacto con tubos en cuyo interior circula el agua refrigerante: entonces se denomina condensación por contacto ó de superficie.

El calor perdido por el vapor durante la condensación es el mismo que el calor de vaporización. El agua de la condensación se mezcla con la de la inyección, y si la mezcla marca 40,° cada kilogramo de vapor habrá perdido $640 - 40 = 600$ calorías.

36. Bombas y sifones.

Las *bombas* son máquinas que sirven para elevar el agua por aspiración, por presión ó por los dos efectos combinados: de aquí su división en *bombas aspirantes*, *bombas impelentes* y *bombas aspirantes impelentes*.

Las diferentes piezas que entran en la composición de una bomba son: *cuerpo de bomba*, *pistón ó émbolo*, *válvulas* y *tubos de aspiración ó impulsión*.

En la aspiración de las bombas y cuando el émbolo al encontrarse en la parte inferior de su carrera comienza á subir, el vacío se hace por debajo del mismo, y la válvula del émbolo cerrada queda por la presión de la atmósfera, en tanto que el aire contenido en el tubo de aspiración en virtud de su mayor presión levanta la válvula del cuerpo de bomba y lo llena en parte. El aire así rarificado permite que el agua suba en el tubo, hasta que la presión de la columna líquida



elevada, sumada con la tensión del aire enrarecido que en el tubo permanece, hace equilibrio con la presión que la atmósfera ejerce sobre el agua exterior.

Al descender el émbolo, la válvula del cuerpo de bomba se cierra no solo por su peso sino por la presión que la compresión determina, y se opone á la vuelta del aire del cuerpo de bomba al tubo de aspiración. Y este aire al comprimirse en la bajada del émbolo, dá lugar á que se abra la válvula del mismo y por ella escape á la atmósfera el aire que desaloja. A cada nuevo movimiento del émbolo repítense idénticos fenómenos.

Bueno es tener siempre presente, que las bombas aspirantes no pueden ejercer su trabajo de aspiración á una altura superior á 10'33 metros por encima del depósito de agua en que la aspiración se ejecuta, pues el peso de una columna de agua de esta altura hace equilibrio á la presión atmosférica, que es el otro elemento necesario para la elevación. En la práctica estos 10'33 metros deben reducirse á 9, que es la mayor longitud que puede tener el tubo de aspiración, por las razones que siguen:

El pistón en su descenso no llega nunca á juntarse de modo exacto con la base del cuerpo de bomba; queda siempre un pequeño espacio entre estos dos elementos lleno de aire, que es evidentemente perjudicial para el trabajo eficaz del aparato. Este aire al subir el émbolo se vá dilatando, y cuando el émbolo en su subida llega á la parte superior de la carrera, por la inferior no tiene un vacío perfecto como convendría, sino aire con una tensión cuyo valor está representado por una fracción del que disfruta la presión



atmosférica. Las imperfecciones de construcción del instrumento, es otro motivo que sumarse debe al anterior para dificultar ó entorpecer la obtención del vacío que se persigue.

La relación ó relaciones que ligan entre sí los diferentes elementos de las bombas de pistón y que sirven para la determinación de cada uno de ellos, conocidos que sean los otros, son las que siguen:

Sean:

A.—Cantidad de agua á elevar en m^3 por minuto.

D.—Diámetro en metros del émbolo ó pistón.

S.—Sección del émbolo ó pistón en $m.^2$

C.—Carrera del pistón en metros.

n.—Número de dobles carreras por minuto.

v.—Velocidad del pistón por minuto.

r.—Relación entre la cantidad de agua realmente elevada y el valor teórico de esta misma cantidad. Los valores de *r* son 0·90, 0·85 y 0,80 según que la bomba sea muy buena, buena ó mediana, por lo que á su construcción se refiere.

Los valores de *A* y de *D* para una *bomba de simple efecto*, son:

$$A = S. C. n. r = \frac{\pi D^2}{4} \cdot \frac{v}{2} \cdot r$$

$$D = \sqrt{\frac{8. A.}{\pi. v. r.}}$$

Para la *bomba de doble efecto*:

$$A = 2. S. C. n. r = \frac{\pi D^2}{4} v. r.$$

$$D = \sqrt{\frac{4. A.}{\pi. v. r.}}$$



CAPITULO II

CALDERAS Y APARATOS ACCESORIOS DE LAS MISMAS

37. Clasificación de las calderas.—38. Descripción de las tubulares.—39. Válvulas de seguridad.—40. Depósitos é incrustaciones y medios de evitarlas.—41. Salinómetros.—42. Tiro natural y forzado.—43. Explosiones de las calderas.—44. Bombas de alimentación.—45. Inyector Giffard.—46. Válvula de retención.—47. Calderas multitubulares ó tubulosas.—48. Calderas de tubos de agua de Babcock & Wilcox.—49. Caldera Belleville para la Marina.—50. Reglas más principales para el buen uso y conservación de las calderas marinas.

37. Clasificación de las calderas.

Clasifícanse las calderas más principalmente, bien bajo el punto de vista de la tensión del vapor que en ellas se genera, ó ya por la disposición interior que ofrecen ó presentan.

En el primer caso admiten las denominaciones de:

Baja presión.

Media presión, y

Alta presión.



En la categoría de *baja presión* es costumbre estimar comprendidas, á aquellas en que el vapor trabaja á una tensión no superior á 1'5 atmósferas; como de *media*, las que su tensión no puede exceder de 3 atmósferas ó 45 libras; y por último, agrúpanse en el tercer concepto, que es hoy el de más general aplicación, las construídas para soportar presiones superiores á la última cifra señalada.

Bajo el punto de vista de su disposición interior, suman ó constituyen dos grupos:

Las *calderas tubulares* ó de tubos de llama, y

Las *calderas multitubulares, tubulosas* ó de tubos de agua.

Entre las primeras, se encuentran las de forma prismática, actualmente en desuso en las aplicaciones de tierra, y cilíndrica con la llama directa ó de retorno y de modo señalado por reunir mayor número de condiciones ventajosas, la cilíndrica con llama invertida. En estos tipos de caldera las llamas y los humos circulan por los tubos.

En las segundas, de construcción más moderna y todavía más moderna su aplicación á los buques, el agua circula por el interior de los tubos y presentan entre otras no menos esenciales ventajas, la de su inmunidad relativa contra los accidentes, á lo cual deben el nombre de inexplosibles, ocupar menos espacio que las primeras, ser notablemente reducido su peso, brevísimo el tiempo empleado en el remedio de sus averías, resistir con facilidad grande las presiones elevadas que en el día se emplean, obtenerse con ellas rápidamente el vapor, y no exigir, por último, su uso esa série de cuidados y precauciones que las diferencias de tempera-



turas reclaman en las de tubo de llama, si se pretende, como es justo, que su duración alcance límites de razonable conveniencia.

El principio general y esencialísimo que debe llenar un generador de vapor, cualquiera sea su clase, no es otro sino el de transformar en determinado tiempo y con la mayor economía posible, una cierta cantidad de agua en vapor á la presión y temperatura deseadas. Dicho se está, que este fin ha de alcanzarse sin acortar la vida del aparato, pues sin esta condicional la economía sería ilusoria.

La cantidad de vapor producida en la unidad de tiempo, mide ó representa el poder vaporizador de una caldera.

Las ordinariamente empleadas en los buques, son: la tubular prismática en las bajas presiones, hoy día no se construyen, y la tubular cilíndrica de uno ó dos frentes, y en menor escala las de tubos de agua, en las altas; si bien estas últimas no están muy generalizadas en los buques mercantes por su costo elevado y labor que cuesta vencer la resistencia que lo nuevo siempre ofrece.

En nuestro juicio, estas últimas calderas están llamadas á ser las calderas del porvenir de los barcos, como ya hoy domina por completo en las instalaciones de tierra.

38. Descripción de las tubulares en uso.

La caldera tubular de llama de retorno, representada en corte por la figura 30 para poder ser mejor analizada, y la tubular cilíndrica de simple ó doble frente, cuya estructura pónese claramente de mani-



fiesto, mediante la simple inspección de las figuras 31 y 32, apenas necesitan especial explicación ante la sencillez que las caracteriza.

La de *doble frente*, es la que han utilizado hasta hoy los buques de crecido tonelaje, cuyas máquinas traba-

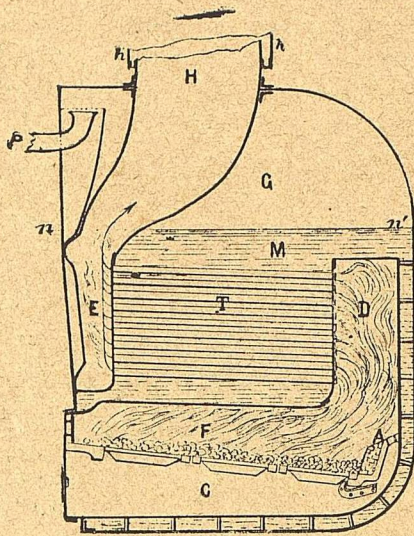


FIG. 30.

jaban con presiones superiores á 100 libras por pulgada cuadrada.

En los buques de algún porte, el generador está formado por varios grupos de calderas relacionados con el tubo general de vapor, mediante una *válvula de comunicación* que permite no emplear más que el número de calderas que se juzga necesario.

El metal empleado generalmente en la construc-



ción de las calderas es la plancha de hierro, cuyo espesor varía de 8 á 30 mm., según la presión de regimen y la región de la caldera que se considera: las partes expuestas á la acción directa del fuego, tienen mayor

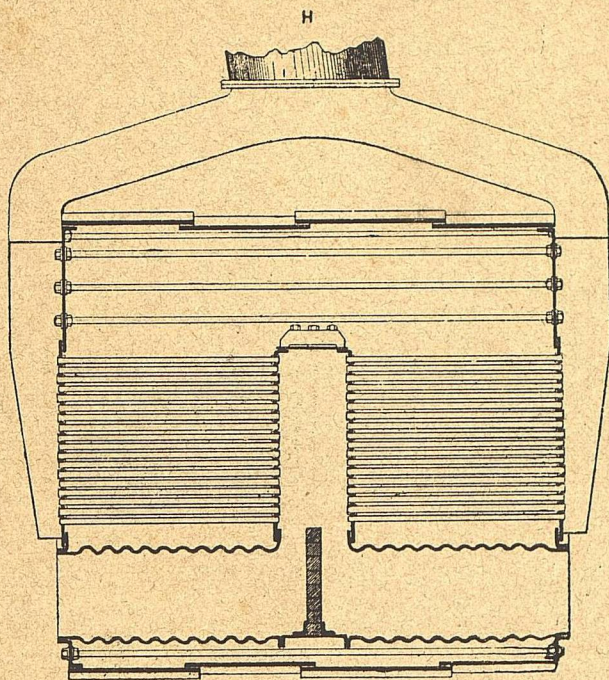


FIG. 31.

espesor y hasta una forma adecuada al objeto. Las planchas son remachadas las unas sobre las otras.

El acero dulce para la construcción de las calderas está sustituyendo al hierro forjado que venía empleán-

dose. Su ductibilidad, homogeneidad y resistencia le dán un valor grandísimo, á cuya série de ventajas

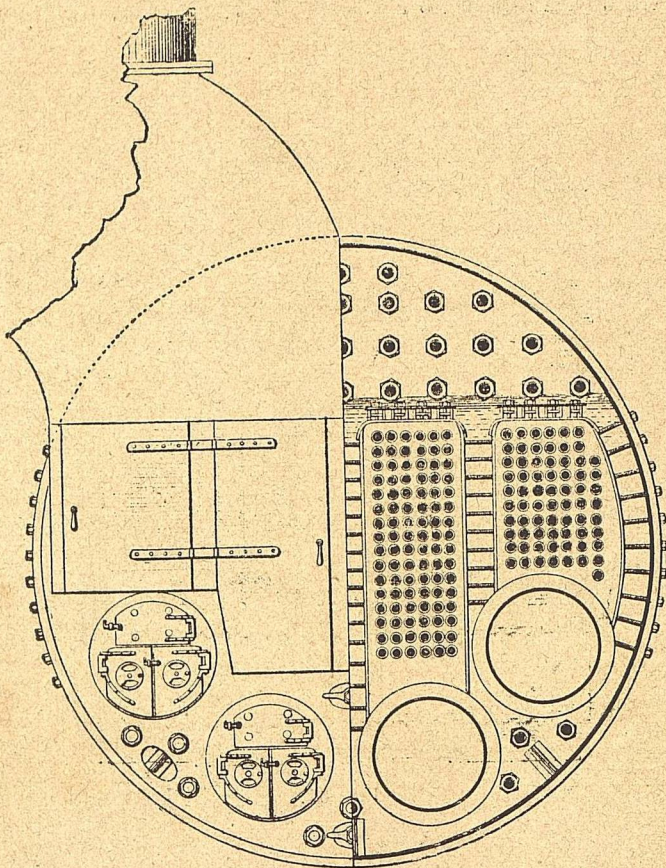


FIG. 32.

circunstancias unirse debe su menor peso, si con el hierro se compara.

Los aceros más usados para este fin, son los obte-



nidos por los procedimientos de Bessemer y de Martín-Siemens.

La consideración de que las calderas están llamadas á sufrir en espacios de tiempo relativamente cortos, variaciones grandes en las tensiones del vapor que contienen ó encierran, lleva al ánimo el concepto razonable de que tanto el hierro forjado como el acero dulce á las mismas destinado, debe ser de calidad superior y sometido además, como se efectúa, á todo género de pruebas de carácter práctico que su bondad testimonien.

Para las máquinas que funcionan á bajas y medias presiones, el tipo más usado de caldera es el de forma de paralepípedo rectángulo con los ángulos redondeados; tienen próximamente 3 metros de fondo, siendo el alto y ancho variables. Ya hemos dicho han caído en desuso.

Cada caldera lleva un número de hornos que guarda relación con las dimensiones y forma de ella. Es lo más general que estén dotados de tres las calderas de grandes dimensiones empleadas en los vapores mercantes, y hasta de cuatro este mismo tipo en los de guerra.

Siendo la finalidad de los hornos facilitar la quema del combustible, origen del calor para la vaporización, dicho se está cuanto conviene aquilatar la forma y disposición de ellos, á fin de que la combustión se efectúe en las condiciones más favorables para que sea perfecta.

Simultáneamente con las máquinas de triple y cuádruple expansión, que han exigido calderas con disposición especial para soportar presiones elevadas, ha venido la aplicación de los hornos ondulados en sustitu-



ción de los cilíndricos ordinarios, hoy ya fuera de uso.

Las figuras 33, 34, 35 y 36, representan los que más aceptación han tenido hasta el día; y por lo que á

HORNO FOX

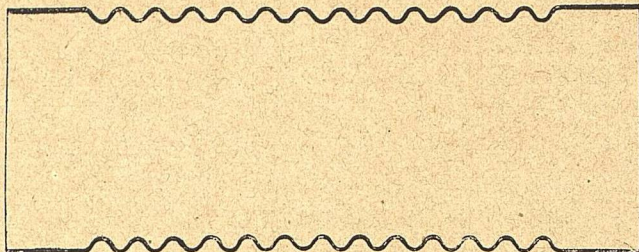


FIG. 33.

su forma se refiere, estriba la diferencia con los antiguos, en que era en éstos una recta la generatriz del cilindro y en los nuevos una línea sinuosa.

HORNO HOLMES

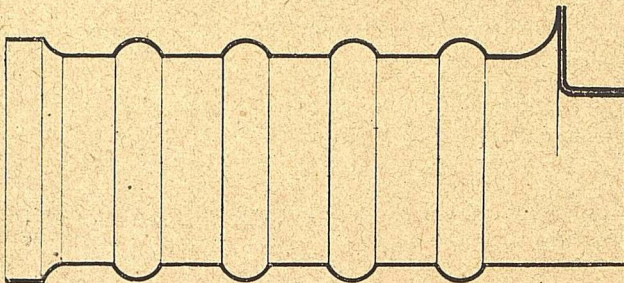


FIG. 34.

Pero como consecuencia de ello, se han alcanzado las ventajas que siguen de notorio provecho:



1.^a A igualdad de longitud ofrecen más superficie de calefacción.

Esto es de todo punto evidente, pues basta fijarse

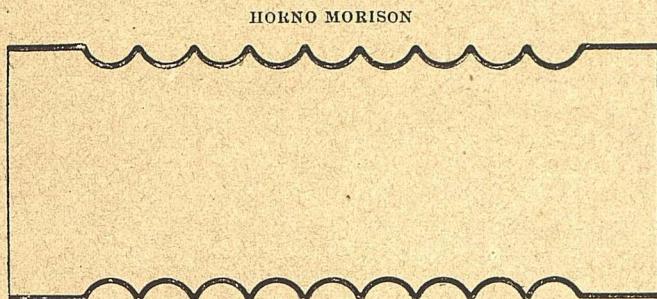


Fig. 35.

en la mayor extensión que la plancha tendría si la ondulación desapareciese.

2.^a Son más resistentes; lo cual permite darles

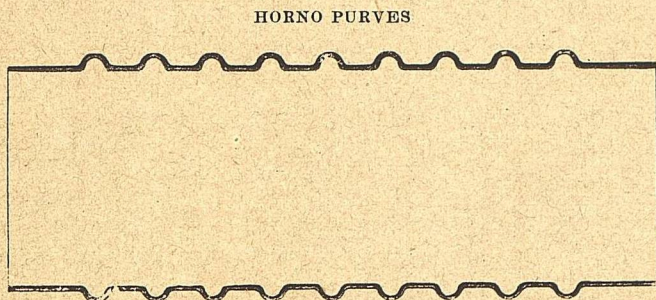


Fig. 36.

menor grueso, y por tanto, facilitan mucho más la transmisión del calor, y

3.^a Las inevitables dilataciones y contracciones

que tiene que sufrir como consecuencia de los cambios de temperatura, no solo son mejor soportadas, sino que no ocasionan, como en los hornos ordinarios, esfuerzos grandes á las planchas en que se fijan los extremos de los mismos.

Entre los diferentes tipos de hornos cilíndricos ondulados que presentamos, el de Morison es el más moderno. El espesor de la plancha es perfectamente uniforme y uniforme también la elasticidad en toda su longitud.

Este, como los demás de generatriz sinuosa, resiste una presión cuatro veces mayor que si fuera de formación lisa.

La série de barras paralelas, llamadas parrillas, divide al horno en dos regiones, llamándose *hogar* la superior y *cenicero* la otra.

En los generadores que trabajan á altas presiones, la forma de las calderas es cilíndrica. (*Figuras 31 y 32*).

El adoptar este tipo obedece entre otras razones, á la imperfección con que las paredes planas resisten sin deformarse los grandes esfuerzos ó presiones.

Las calderas cilíndricas son, pues, más fuertes que las prismáticas y su construcción más sencilla, porque su natural resistencia dispensa de emplear tantas consolidaciones como exigen las prismáticas, cuya ventaja principal está en la fácil estiva ó colocación á bordo, y en lo que favorece su forma la buena disposición de los diversos elementos de que se compone.

Los tubos *T* (*fig. 30*), están colocados por encima de los hornos: son cilíndricos y se disponen en haces paralelos, variando su número entre 60 y 80; su diáme-



tro de 5 á 6 centímetros, su longitud 2 m. y el espesor ó grueso de la plancha de que están formados, de 2 á 3 milímetros.

Sirven para aumentar la superficie de calefacción, pues por ellos circulan los gases de la combustión estando circundados por el agua.

El material de que se construyen es, hierro batido, acero, latón y en algunos casos, cobre.

Se aseguran de varios modos á las *placas de tubos* que los sostienen, siendo el procedimiento más general y fácil, fijar sus bocas á los orificios abiertos en las placas, remachando enseguida el borde de los tubos. Otros se fijan por medio de férulas de hierro ó acero que se ajustan á viva fuerza.

Las llamas salen por el fondo de los hornos, entran en la *caja de fuego D*, pasan por los tubos y salen á la parte anterior ó delantera de la caldera, en la *caja de humos E*; de allí escapan para la chimenea *H*.

Llámase superficie de calefacción en las calderas, á la superficie que trasmite directamente al agua el calor producido por el combustible. De esta superficie solo se considera como eficaz, la parte tocada por las llamas y bañada por el agua.

El *hogar*, las *cajas de fuego* y los tubos son los elementos más valiosos para este fin.

La *caja de fuego (D. Fig. 30)* es la parte de la caldera situada por detrás de los hornos y en cuyo interior se reunen los gases de la combustión al salir de los hogares. Generalmente para cada horno existe una caja de fuego, y en determinados casos una sola para todos ellos.

La *caja de humos (E. Fig. 30)* es la parte de la



caldera situada encima de los hornos y delante de los tubos. A su salida de los tubos los gases penetran en la caja de humos, que suele ser común para todos los haces de tubos ó para todos los hogares. Esta caja comunica con la chimenea, y además lleva siempre puertas ordinarias giratorias situadas verticalmente, que se utilizan para registrar y limpiar las cajas, así como á los tubos con que comunican.

Con el nombre de *cámara de agua* se designa la capacidad destinada para el líquido: ella envuelve todos los conductos y cajas por donde las llamas circulan, elevándose hasta una altura nn' de 10 á 15 centímetros por encima de la última línea de tubos.

La *cámara de vapor* (G. Fig. 30) es toda la parte de la caldera situada por encima del agua y ocupada por el fluido.

Se entiende por segundo puente ó *plancha muerta* (A. Fig. 30), una plancha revestida de ladrillos refractarios, colocada en el fondo de los hornos, sobre la cual descansan las extremidades de las parrillas, y que además por su forma especial, detiene el combustible é impide sea la plancha quemada.

Toma de vapor (P. Fig. 30) es un tubo adicional que partiendo de la cámara de vapor de la caldera, se une al tubo general.

La *válvula de comunicación* (V. Fig. 37) es una válvula movida por tornillo, que permite cerrar la toma de vapor y hacer un cuerpo de caldera independiente del resto de los generadores.

Llábase de comunicación, porque una vez abierta, deja pasar el vapor que de cada caldera sale al tubo que lo conduce á la máquina.



La figura 37, representada por medio de un corte horizontal, reproduce la disposición más generalmente adoptada para las válvulas de comunicación, cuyo objeto en el párrafo anterior queda expresado.

Al frente *C* de la caldera, se fija la arandela de un

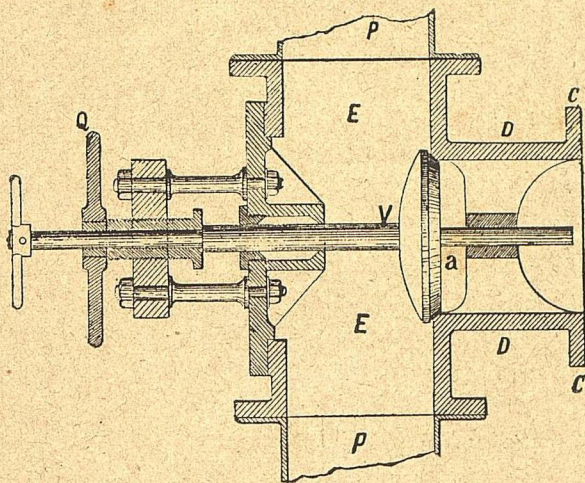


FIG. 37.

corto tubo *D*, que arranca de la caja cilíndrica *E*, lazo de unión de los dos trozos de tubo *P*, que forman el tubo general del vapor.

La válvula de comunicación se compone de un casquete esférico *V* de bronce, que descansa ó se apoya en un rebajo anular *a* del mismo metal.

Para que la válvula no se desvíe de la dirección rectilínea en que ha de moverse, sirve el eje horizontal ó vástago que en la figura se observa.

Con la rueda ó volante Q , se alcanza la mayor ó menor separación del casquete V en el rebajo anular a . Movimiento este que es muy interesante se efectúe gradualmente y con bastante lentitud, para salvar los inconvenientes que acompañan á una repentina salida de la caldera de una considerable cantidad de vapor.

La disposición del vástago y del volante, cuyos pormenores muestra bien claramente el dibujo, permiten la ejecución del movimiento en los términos dichos.

Las otras instalaciones ú órganos indispensables al buen funcionamiento de las calderas, son:

La chimenea y la camisa de la chimenea.

Los estays y tirantes.

El tubo de toma de agua y de extracción á mano.

Los tubos de extracción continua.

El tubo de alimentación.

Los indicadores de nivel y grifos de prueba.

Los manómetros.

Las válvulas de seguridad.

La válvula atmosférica.

La chimenea (*H. Figuras 30 y 32*) es un cilindro de plancha de hierro que, partiendo de la caldera, atraviesa las cubiertas y se eleva algunos metros por encima de la última.

La chimenea es el conducto en donde terminan las corrientes de los gases de la combustión hasta su salida á la atmósfera; sirve para producir el tiro y elevar los humos á la suficiente altura para que no ocasionen daño.

La camisa de la chimenea (*h. Fig. 30*) es una envuelta de plancha que la rodea á una distancia de 15 á 20 centímetros.



Se acostumbra también á llamarla *guarda-calor*.

Para que las cámaras de combustión, como hornos, cajas de fuego ó cajas de humos, conserven sus posiciones relativas con respecto á las paredes de las calderas, se emplean cabillas de hierro cilíndricas, más ó menos gruesas, llamadas *tirantes* y que consolidan la colocación de estos departamentos. Los tirantes se instalan de modo que cada uno de sus extremos se fije á dos paredes opuestas.

Los *estays* propiamente dichos, son de menor longitud que los tirantes y se les destina para ligar unas partes con otras.

Cuando se alimenta con agua del mar, es necesario hacer de cuando en cuando *extracciones*, con objeto de que la concentración del agua de la caldera no rebase cierto límite y se produzcan incrustaciones.

Actualmente estas extracciones no tienen razón de ser, pero como el agua del mar puede llegar á la caldera por pérdidas en los tubos del condensador, por ejemplo, se conserva el llamado *tubo de toma de agua y de extracción á mano*.

El *tubo de toma de agua y de extracción á mano*, es un tubo que partiendo del fondo de cada cuerpo de caldera, está en comunicación con el mar por debajo de la flotación; un grifo ó llave y más generalmente unas válvulas llamadas *kinstongs*, permite abrirlo ó cerrarlo. Sirve para dejar entrar el agua del mar en las calderas, en el caso en que con ella se quieran llenar, para hacer las extracciones periódicas ó á mano, y para dejar salir el agua de la caldera cuando se la quiere vaciar y existe presión conveniente.

Otra purga que se usaba antes y que se sigue prac-



ticando, tal vez con más motivo que entonces, es la *extracción de superficie*, por efectuarse precisamente en dicha parte de la masa líquida, para expulsar con ella los aceites que sobrenadan y que tan perjudiciales son en las calderas.

Los *tubos de extracción continua* son los que comunicando por un extremo con el mar y por otro con la caldera á diferentes alturas de ésta, permiten por medio de llaves regular la abertura de salida, y por consiguiente, la cantidad de agua arrojada.

El *tubo de alimentación* pone en comunicación la caldera con el depósito de agua destinado á este objeto: una llave regula la abertura.

El *tubo de nivel* es un tubo de cristal grueso, cuya mitad corresponde próximamente al nivel normal del agua en la caldera; está sostenido en sus dos extremos por dos armazones de metal; comunica con el interior de la caldera por dos tubos: el superior vá á la cámara de vapor y el inferior á la parte baja de la misma ocupada por el agua; ambos están provistos de llaves ó grifos. Una tercera llave que lleva el tubo de nivel en su parte inferior y la que generalmente se conserva cerrada, permite limpiarlo cuando se considere conveniente, utilizando la presión del vapor.

Los *grifos de prueba* son tres grifos colocados en la parte anterior de la caldera y á la altura de un hombre, comunicando con el interior por medio de tubos: el de enmedio está colocado á la altura del nivel normal; el superior algunos centímetros más arriba, y el inferior algunos más abajo.

Cuando el nivel del agua en la caldera es bueno, si se abre el alto, no debe salir por él más que el vapor;



abriendo el de abajo, agua solamente; y si el nivel es exacto, abriendo el de enmedio deberá salir una mezcla de agua y vapor.

39. Válvulas de seguridad.

Válvula de seguridad (fig. 38) es el aparato que deja escapar el vapor por el *tubo de desahogo* *T*, cuando la presión aumenta considerablemente, bien por exceso en la manera de sostener los fuegos con relación al

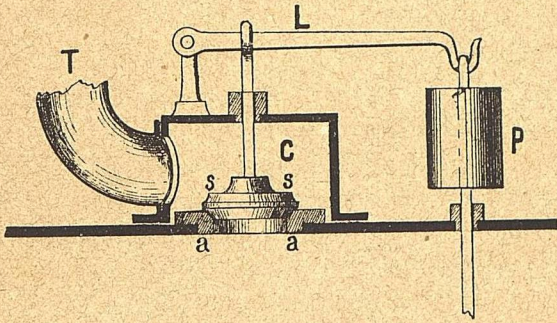


FIG. 38.

gasto ó consumo de vapor, ó ya por parada de la máquina.

Sobre la pared superior de la caldera se traza una abertura circular, que se refuerza con una placa de fundición igualmente agujereada, y sobre la cual se fija un anillo de bronce *a*; este es el asiento de la válvula. La abertura de este anillo está cerrada por un disco de bronce provisto de un vástago ó barra perpendicular á su plano: esta es la válvula *s*. El todo está envuelto ó

encerrado en una caja cilíndrica C , cuya parte superior atraviesa el vástago de la válvula: de esta caja parte el tubo de evasión ó desahogo, que luego se prolonga adosado á la chimenea. La válvula se mantiene ordinariamente cerrada por una palanca L que se apoya en el vástago, y en cuyo extremo lleva un peso P .

La válvula de seguridad no puede por sí misma abrirse, sino cuando la presión del vapor que se ejerce de abajo hacia arriba, es superior á la del peso que obra de arriba á bajo; pero puede hacerse á voluntad del maquinista, levantando este peso por medio de palancas articuladas.

Cada cuerpo de caldera debe tener dos válvulas de seguridad; su diámetro, la zona anular, su carga, etcétera, son fijadas por reglamentación obligatoria.

Para la mejor y más completa ilustración en lo referente á válvulas de seguridad de contrapeso, incluimos la figura 39, dedicada á poner claramente de manifiesto el interior y exterior de la misma.

Representa la caldera F , en cuya parte superior vá convenientemente atornillada la caja de la válvula L .

Esta caja es indispensable, pues sirve para recibir el asiento de la válvula, é impedir que el vapor que por ella escapa vaya á parar á las cámaras de máquinas y calderas. La parte superior está atornillada, á fin de permitir el reconocimiento interior sin necesidad de desmontar la caja.

m , arranque del tubo de desahogo por el cual el vapor pasa á la atmósfera; u , tubo para purgar la caja de la válvula del vapor que en ella se condensa; s , asiento de la válvula; d , vástago de la misma que tiene su salida por el prensa situado en la tapa de la caja;



aC , palanca que oscila alrededor del eje a ; ff , piezas situadas en la tapa de la caja y cuya misión estriba en sostener en un plano vertical la palanca aC en sus

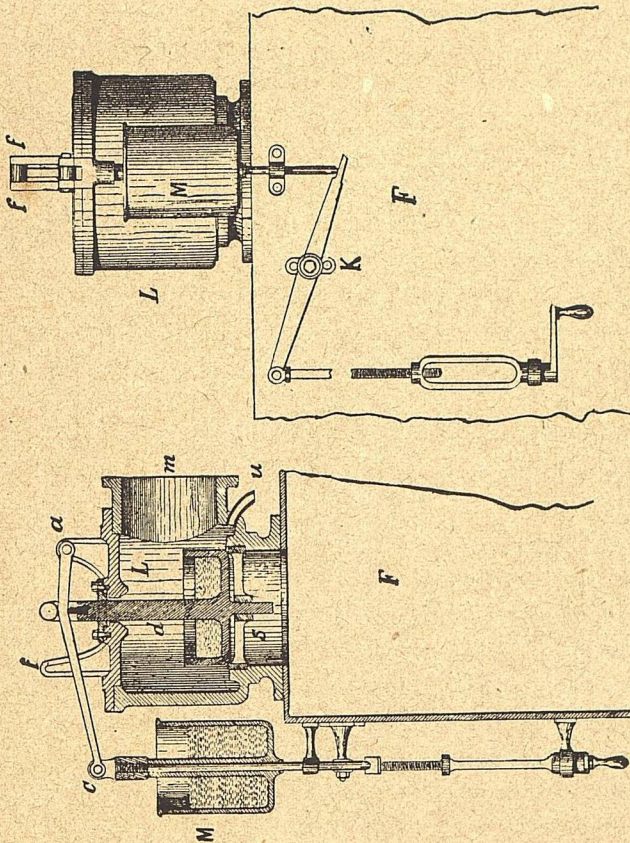


Fig. 39.

movimientos oscilatorios; M , contrapeso de la válvula y su vástago; está formado por un cilindro hueco, dentro del cual se deposita el plomo suficiente ó necesario

para la carga; *K*, palanca para maniobrar á mano con la válvula.

Las válvulas de contrapeso tienen el inconveniente de que como á bordo siempre se producen balances y cabezadas, se inclinan los vástagos, y el peso total de la carga de cada válvula, que actúa siempre en sentido vertical, forma un ángulo más ó menos grande con ellos; de modo, que tan solo se aprovecha para determinar el cierre de las válvulas, la componente de dicho peso dirigida según cada vástago. Por esta razón, en la actualidad se sustituyen las cargas muertas con muelles espirales, cuyo peso es reducido.

Uno de los tipos de válvula de muelle que mejor satisface esta necesidad, es la de Adams, representada por la figura 40, en corte, para que pueda ser analizado su interior.

Se compone de un disco circular de bronce *a*, con una canal anular en su contorno. Varios nervios radiales guían su movimiento vertical. El cierre se obtiene por el simple ajuste de una faja de la misma válvula, sobre análoga superficie de su asiento.

El vástago *V* de cada válvula, unido á ésta por un pasador, lleva en su parte alta el muelle que fija la carga, al cual se le encierra en una caja cilíndrica *d*, superpuesta á la de las válvulas, para librarlo de la acción oxidante del calor y la humedad.

El vástago después de atravesar un prensa, termina finalmente en una cruceta desmontable, que permite asegurarse de la sensibilidad de la válvula y abrirla si necesario fuere.

El rasgo característico de estas válvulas Adams, que acabamos de describir consiste, en la canal anular de



sus discos. Mientras se encuentran cerradas, solo ejerce el vapor presión en la sección de ellas correspondiente

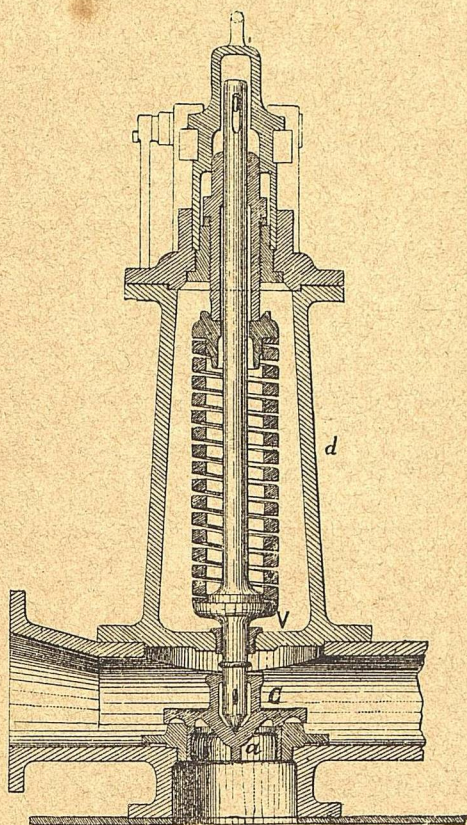


FIG. 40.

al orificio que obtura. Pero una vez levantada, el vapor choca con toda la cara baja de su disco, penetrando en la canal con lo que aumentada la presión en el disco,

precisamente cuando más se necesita por aumentar la resistencia del muelle á medida que se le comprime, deja la válvula franca salida al vapor de la caldera.

Terminaremos estas ligerísimas nociones sobre las válvulas de seguridad, presentando algunos ejemplos acerca del procedimiento para calcular la carga con que éstas deben ser dotadas según los casos.

La regla que deberá seguirse es la siguiente:

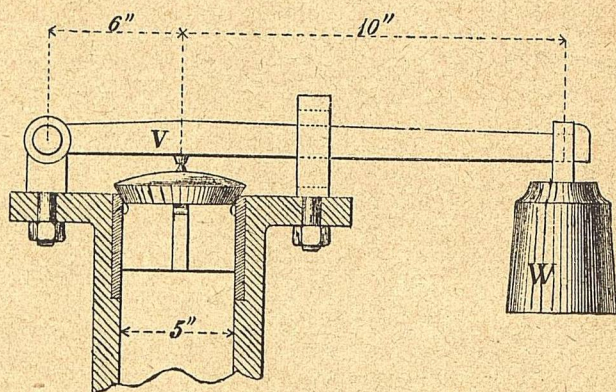


FIG. 41.

1.^a *Determinése el área de la válvula en pulgadas cuadradas y multiplíquese por la presión por pulgada cuadrada.*

2.^a *De este producto réstese la suma de los pesos en libras de la palanca y de la válvula.*

3.^a *Fundados en la teoría de la palanca ó sea, producto de la fuerza por la distancia al punto de apoyo igual á la resistencia por la distancia al mismo punto, multiplíquese el resultado anterior por la distancia al punto de apoyo y divídase por la distancia de la resis-*



tencia al mismo punto, con lo que obtendremos el peso en libras.

EJEMPLO I.—Hallar el peso que debe colocarse en el extremo de una palanca de una válvula de seguridad que ha de funcionar con 20 libras de presión, siendo el diámetro de la misma de 5 pulgadas, la distancia de la potencia al punto de apoyo 6" y la de la resistencia al mismo punto 16". El peso de la palanca es de 80 libras y el de la válvula 12 libras.

La figura 41 ayudará á formar más claro juicio del problema.

Partiendo de que la teoría de la palanca aplicada á este caso es $P \times 6 = R \times 16$, y que queremos hallar á R, ésta será igual á $\frac{P \times 6}{16}$.

De modo que será preciso practicar las siguientes operaciones, cuyo tipo de cálculo presentamos.

$$\begin{array}{r}
 3'141 = \pi \\
 6'25 = r^2 \\
 \hline
 15705 \\
 6282 \\
 18846 \\
 \hline
 19'63125 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad \text{Área de la válvula.} \\
 20 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad \text{Presión.} \\
 \hline
 392'62500 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad \text{Presión que sufre el área.} \\
 92 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad \text{Descuento por pesos.} \\
 \hline
 300'625 \\
 6 \\
 \hline
 1803'750 \mid 16 \\
 \hline
 20 \quad 112'734 \quad \text{libras} = R. \\
 43 \\
 117 \\
 55 \\
 70 \\
 6
 \end{array}$$



EJEMPLO II.—Hallar el peso que debe colocarse al extremo de la palanca de una válvula de seguridad, que debe sufrir una presión de 30 libras por pulgada cuadrada, siendo el diámetro de la válvula de 6 pulgadas, la distancia del punto de apoyo á la válvula, de 2, y de ésta al peso de 16.

El peso de la palanca es de 49 libras y el de la válvula 9 libras.

$$\begin{array}{r}
 3'141 = \pi \\
 9 = r^2 \\
 \hline
 28'269 = \text{Área de la válvula.} \\
 30 = \text{Presión.} \\
 \hline
 848'070 = \text{Potencia.} \\
 58 = \text{Descuento por pesos} \\
 \hline
 790'07 \\
 2 \\
 \hline
 1580'14 \mid 16 \\
 140 \quad 98'75 \\
 241 \\
 94 \\
 14
 \end{array}$$

Las válvulas de seguridad deben abrirse muy lentamente; si así no se practicase, disminuiría rápidamente la presión, dando lugar á choques violentos que podrían producir la separación de las planchas; así mismo se manifestarían proyecciones de agua, que tanto perjudican á los cilindros.

Válvula atmosférica es una válvula que se abre de fuera hacia adentro ó del exterior al interior en la cámara de vapor.

Cuando los fuegos se apagan y se vacía la caldera, la presión interior disminuye rápidamente, y la presión



exterior ó sea la atmósfera, destruiría la caldera, que no está construída sino para resistir presiones interiores. Es por esto, que la válvula por su disposición permite automáticamente dar entrada al aire exterior, tan luego como la presión interior se hace inferior á la atmosférica, evitando así la producción de los males é inconvenientes apuntados.

40. Depósitos é incrustaciones y medios de evitarlas.

Una *extracción* es el envío al mar, utilizando la presión del vapor, de una parte del agua de la caldera por medio de cualquiera de los tubos de extracción.

Se hacen las extracciones para impedir la concentración de las sales que siempre contienen todas las aguas que se emplean y más particularmente la del mar, las cuales se depositan sobre las paredes de las calderas, formando depósitos é incrustaciones.

Son estos *depósitos*, materias fangosas y salinas que se depositan sin tomar consistencia sólida; y las *incrustaciones*, materias excesivamente duras que se forman sobre la superficie de caldeo, por la acción del calor sobre los depósitos salinos. Después de una navegación un poco larga, es tal la adherencia de las incrustaciones, que hay necesidad de emplear el buril para desprenderlas.

Los inconvenientes de ellas, son los siguientes:

1.º Siendo estas materias malas conductoras del calor, impiden que el de los hogares llegue al agua, ocasionando así una gran pérdida de combustible.

2.º Por esta misma razón, el calor se acumula sobre las planchas y las enrojece; por consiguiente,



disminuye notablemente su resistencia y algunas veces hasta las quema: se han visto maquinistas que por descuidos en este particular, han puesto los generadores fuera de servicio al poco tiempo de utilizarlos.

3.º Si estando la plancha roja y cubierta por una incrustación, ésta se desprendiese, al ponerse el agua en contacto con la parte enrojecida, podría dar lugar á explosiones fulminantes.

Por estas razones, en los generadores modernos que trabajan á altas presiones, únicamente se emplea el agua dulce, llevándola en depósitos ó tanques, ó utilizando destiladores, para reponer las pérdidas que ocasionan los escapes de vapor é imperfecciones de la condensación.

Las extracciones continuas se hacen como el mismo nombre lo indica, continuamente.

La extracción superior cuyo tubo tiene entrada en la caldera por una altura un poco más baja de la del nivel normal, es la que conduce las materias depositadas, que generalmente se encuentran en gran abundancia en la parte alta del líquido, como consecuencia del movimiento ascensional que le comunican las burbujas de vapor; pero debe advertirse que en la parte baja de la caldera es donde se encuentra el agua más salada.

La extracción *periódica* ó *á mano*, se hace generalmente de hora en hora, forzando un poco los fuegos y la alimentación; elevando el nivel del agua algunos centímetros por encima del normal y abriendo el grifo de extracción hasta que el nivel vuelva á obtenerse, cerrando en este momento el grifo ó llave de extracción.

Hemos indicado como medio ó procedimiento para



evitar siquiera en parte sea las incrustaciones que tanto dañan á una caldera, las extracciones frecuentes, con cuyo empleo se impide una saturación del líquido bastante crecida para producir la formación de una materia sólida adherente y esas corrosiones que presenta el hierro ó acero que entra en la composición del generador.

Aunque de innegable ventaja el remedio apuntado, no basta por sí solo á atajar el mal que nos ocupa, y existen en práctica ya otros procedimientos, que si no excluyen el ya referido, colócanlo sí en la categoría modesta de auxiliar ó complementario.

La supresión del agua del mar para la alimentación y su reemplazó por el agua pura, como se verifica ya hoy con casi todas las calderas marinas; la instalación de evaporadores en las modernas máquinas, como elemento accesorio de las mismas destinado á suplir las inevitables pérdidas que el agua inicial de la alimentación tiene que experimentar con los escapes del vapor por las juntas, etc., etc.; la adopción de filtros para que el agua alimenticia que antes ha circulado en forma de vapor por cilindros y distribuidores, actuando también sobre las materias oleosas que para la lubricación de estos aparatos es de todo punto indispensable emplear y se ha mezclado con ellas, quede en lo posible purificada de este otro elemento dañoso; y por último, no ya la hipótesis, sino la certeza de que en los generadores y por efecto de causas varias, y entre otras la de que con la introducción de los condensadores de superficie, y por tanto, de una agua condensada para la alimentación que arrastra partículas de cobre, determinadas al verificarse la licuación del vapor, obligán-



dole á recorrer conductos, en la constitución de cuyas paredes el cobre entra, se dá lugar al nacimiento de una corriente galvánica con los naturales efectos de desgaste para el metal más atacable, consecuencia derivada de la misma; mal este último al cual ha venido á poner remedio el electrógeno de Hannay, sustituido en el día por otros procedimientos análogos, pero más sencillos.

Todo este conjunto ó série de modernos y valiosos adelantos, introducidos para la más acertada utilización y conservación de los generadores, han traído como merecida recompensa á labor tan señaladamente provechosa, una relativa larga duración para aparatos tan delicados y costosos, á pesar de que las causas que en su rápida destrucción influyen, han aumentado en proporción al crecimiento experimentado por las elevadas presiones á que se les someten. (*)

(*) Como es tan interesante el poner en práctica los medios adecuados para obtener por modo eficaz la buena conservación de las calderas, insertamos á continuación las instrucciones de carácter práctico que la Compañía Trasatlántica tiene dictadas acerca de este asunto, para el cumplimiento en las máquinas de sus buques. Dice así:

1.^a Para lubricar las superficies de las máquinas que están en contacto con el vapor, no se autoriza otro elemento que el aceite mineral; pero reduciendo su empleo á lo estrictamente indispensable.

2.^a Para que á la caldera no llegue aceite alguno, debe usarse siempre el filtro, cambiando con frecuencia los paños ó telas para evitar que se rompan y dejen entrar en la caldera la grasa acumulada en ellos. Antes de abrir los grifos de paso para cambiar los paños, deben purgarlos de la grasa depositada en ellos.



El electrógeno Hannay mencionado, consiste, en una esfera de zinc fundida sobre barretas de cobre que la atraviesan, y del extremo de las cuales salen unos hilos del mismo metal que se sueldan á las diferentes partes que se quieren defender.

El electrógeno y la caldera forman una pila, cuyo

3.^a No debe emplearse sino el agua dulce para las calderas; pues, aun siendo cara, es la que resulta más económica por evitar las incrustaciones.

La existencia del evaporador, caso el más general en nuestros vapores, y el acudir á los repuestos de líquido que el buque lleva, aleja la necesidad de emplear el agua salada como alimentación complementaria.

4.^a En cada caldera y en comunicación metálica con ella, deben tenerse colocadas en los sitios convenientes, el número proporcional de losetas de zinc. Este suele variar en las calderas dobles, de 30 á 40 con peso de 210 á 280 kilos. La mitad de ese número en las sencillas.

5.^a Al encender, se procurará hacerlo cuando menos con veinticuatro horas de anticipación á la fijada para la marcha. Este espacio de tiempo debe promediarse, á fin de que uniformemente se vaya calentando, procurando al mismo tiempo ayudar á la circulación del agua dentro de la misma.

Una buena circulación para que toda el agua esté á la misma temperatura, y el evitar bruscos aumentos de ésta, son los elementos que al encender y lo mismo al apagar, se deben cuidar preferentemente, prolongando así la vida del generador.

6.^a - El exterior de las calderas ha de ser también objeto de atención para el Maquinista, cuidándose de que se conserve bien rascada y pintada de óxido de hierro ó minio la parte que esté sin forro y especialmente el frente de los hornos en la parte baja de los mismos. Ha de tenerse también mucho cuidado de que al apagar las cenizas con agua, ésta no toque la parte de los hornos antes dicha, pues esto es esencialísimo para la buena conservación de las calderas.



polo positivo es el metal inactivo ó sea el hierro, y el negativo el zinc. A este acude el oxígeno procedente de la descomposición del agua, y sobre el hierro se deposita el hidrógeno, haciendo el papel de capa protectora que impide su corrosión y que las incrustaciones alcancen un grueso de más de un milímetro, sin desprenderse.

7.^a Estando navegando deben en cada caldera y durante la singladura, inyectarse un kilo de sosa desleído en 6 ú 8 de agua. Esta inyección debe verificarse precisamente por las bombas de alimentación y de ninguna manera por el condensador.

En cada caldera sencilla basta medio kilo de sosa durante las veinticuatro horas.

8.^a La presión de regimen, una vez alcanzada, no debe ser alterada por causa alguna, procurando en cuanto sea posible conservar siempre la misma.

9.^a Al entrar en el puerto, término del viaje y si las circunstancias de tiempo de parada lo permiten, deben llevarse las calderas con agua alta en el tubo de nivel, y cuando la presión haya descendido á unas treinta libras y estando los fuegos ya apagados, deben abrirse las extracciones de superficie hasta vaciar seis ú ocho pulgadas de agua, purgando así ésta de las grasas que sobre ella flotan

Hecho esto, se puede proceder á vaciar por completo las calderas como de costumbre, si se desea, ó rellenarlas con agua dulce con las precauciones acostumbradas hasta alcanzar la altura normal.

10. Cuando se vacien y abran las calderas, debe aprovecharse bien el tiempo disponible, picando las incrustaciones, rasgando las grasas y lavando y limpiando con una solución de agua y sosa las partes donde haya habido dicha sustancia.

En el caso que la grasa hubiese sido mucha, después de limpiar las calderas, deben llenarse de agua dulce hasta cubrir por completo el tubo de nivel, y mantenerla durante cuarenta y ocho horas á la temperatura de 98° á 100° centígrados, teniendo



En la Marina mercante no se emplea en el día este electrógeno, solo por ilustración referido, sino planchas

cada caldera de 30 á 50 kilos de sosa común. Luego se levantará vapor á treinta ó cuarenta libras de presión y entonces se purgarán por las extracciones de superficie, vaciando seis ú ocho pulgadas de agua. Después se apagarán los fuegos y vaciarán las calderas como de costumbre, baldeándolas antes de llenarlas para emprender nuevo viaje.

Una vez apagados los fuegos, debe cuidarse de tener siempre cerradas la grampa de la chimenea y las puertas de las cajas de humos, hornos y ceniceros, á fin de evitar circule por la caldera aire frío, estando ella todavía caliente.

11. Después de haber estado en puerto algunos días y antes de poner la máquina en movimiento, debe vaciarse el condensador y depósito caliente del agua grasienta en ellos acumulada, dejando por espacio de tres ó cuatro minutos que el agua de alimentación pase al mar antes de ir á las calderas.

12. Al rendir viaje, siempre que se vacien y abran las calderas, deben ser objeto de minucioso reconocimiento interior. Esta inspección la ha de verificar precisamente el segundo Maquinista mientras se están limpiando; y cuando se den por listas, queda instituido como precisa obligación del primer Maquinista, reconocerlas interiormente.

Si se observa defecto de importancia ú ocurre duda acerca del buen estado de las mismas, debe notificársele al Capitán para que haciéndolo éste al Subinspector, y puestos los tres de acuerdo, se determine lo que proceda antes de cerrarlas y ponerlas en funciones.

13. Aunque directamente responsable el primer Maquinista del detallado cumplimiento de lo dispuesto en esta circular, por afectar al departamento de máquina á su cargo confiado, el Capitán cuidará de que este particular, como todos los de los diversos departamentos del buque, sea rigurosamente llevado á la práctica, participando á la Compañía por escrito y de palabra en oportunidad, la marcha que lleva en su ejecución y el estado de vida y conservación en que los generadores se encuentran.



ó losetas de zinc *ad-hoc* preparadas, cuya instalación vá acompañada de grandísima sencillez y modicidad en el coste.

Estas planchas, cuyas dimensiones son 150×30 milímetros, deben colocarse por sus centros suspendidas de los tirantes y estays, mediante unas piezas que de firme ván para este objeto establecidas. El número de losetas de zinc que tanto en la cámara de agua como en la de vapor deben estar repartidas, se mide por la superficie de emparrillado, correspondiendo un número cuyo peso alcance á 20 kilogramos por cada metro cuadrado de superficie de parrillas.

Las sales se depositan en las calderas, porque una cierta cantidad de agua no puede disolver más que una cantidad limitada de cada especie de sal.

Cuando el líquido no puede disolver ya más, se dice que está *saturado* de esta sal. Y como en la vaporización no se pierde ó gasta más que el agua pura, dicho se está que si la alimentación se hace con agua salada, cada vez vá estando el agua de la caldera más concentrada ó cargada de sales, y de aquí la acumulación y más tarde el depositarse. Son, por esta razón, de indispensable necesidad las extracciones en las calderas alimentadas por el agua del mar, pudiendo de ellas prescindirse en las que están alimentadas por agua dulce, como frecuentemente ocurre con las que trabajan á altas presiones y en las máquinas provistas de cierta clase de condensadores.

41. Salinómetros.

La oportunidad de una extracción se aprecia ó juzga tomando por medio del grifo de prueba inferior,



una cantidad de agua, en la cual se sumerge el salinómetro ó *pesa-sales*.

Por *pesa-sales*, salinómetros, saturómetros ó areómetros debe entenderse, unos flotadores de peso constante destinados á dar á conocer el grado de concentración de un líquido.

Como el agua es tanto más densa cuanto más salada está, resulta como consecuencia del principio de Arquímedes, que tanto menos se sumergerá el *pesa-sales* cuanto más sales en disolución contenga el líquido. Así, pues, el principio de Arquímedes y la propiedad que tienen las sales disueltas de aumentar el peso total de la disolución sin crecimiento sensible del volumen, son los fundamentos en que los salinómetros se basan.

El salinómetro reglamentario en la Marina francesa está formado de una barra cilíndrica, terminada en su parte inferior por un globito de forma cónica. El instrumento ha sido graduado á la temperatura de 95° , que es próximamente la del agua de las calderas colocada al aire libre.

El cero corresponde al enrase del instrumento en el agua destilada. La división 10, á una disolución concentrada á 0'35 y conteniendo 650 gramos de agua pura y 350 gramos de sal.

El aumento de 1° en las indicaciones de este *pesa-sales*, corresponderá al de 0'035 en la concentración.

Forma parte de la reglamentación que rige en la Marina francesa para el empleo de este *pesa sales*, no debe mantenerse el agua de las calderas á mayor saturación que la correspondiente á la división 3, que significa 0'105 en la concentración.

En la Marina mercante española se utiliza con pre-



ferencia el salinómetro de How (fig. 42) de la Marina inglesa.

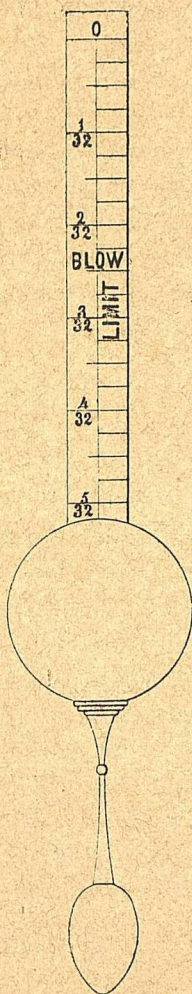


Fig. 42.

Consiste en un vástago de latón terminado en dos esferas del mismo metal, que se destinan: la baja, á mantenerlo en posición vertical y la otra á darle condiciones de flotabilidad.

En el vástago hay una escala graduada con la siguiente numeración de arriba á bajo: 0, $\frac{1}{32}$, $\frac{2}{32}$, $\frac{3}{32}$, $\frac{4}{32}$.

El cero marca el punto hasta donde se sumerge el instrumento en agua destilada á la temperatura de 200° Farenheit. El $\frac{1}{32}$, el enrase á esa misma temperatura en el agua del mar ordinaria; el $\frac{2}{32}$, el que corresponde á un agua que tiene doble cantidad de sales que la del mar, etc., etc.

Entre la división $\frac{2}{32}$ y $\frac{3}{32}$ está escrita la palabra *Blow*, simplificación de *Blow out*, que significa extracción, con lo cual quiere indicarse que al llegar la saturación del agua de la caldera á este límite, debe necesariamente efectuarse una extracción.



En el lugar correspondiente al $\frac{3}{32}$ está la indicación de Limit, ó sea límite de concentración al que es ya verdaderamente perjudicial llevar la saturación.

Los 95° centígrados del pesa-sales empleado en la Marina francesa vienen á equivaler á los 203° Fahrenheit, que es la temperatura á que aproximadamente deben interpretarse las lecturas de la escala en el aparato usado por los ingleses, y la división 3 de aquel que marca el límite del peligro en el grado de saturación, corresponde por exceso á los $\frac{3}{32}$ con igual significación en el de How.

Es práctica recomendable, el que en cada guardia de cuatro horas se emplee una vez cuando menos el salinómetro y se aprecie si hay ó no necesidad de hacer extracción. La manera de realizarlo es como sigue.

Extraíga-se un poco de agua directamente de la caldera y sumérjase en ella el salinómetro para el solo fin de que pueda disolverse cualquier sal depositada en el instrumento y cuya existencia indujera á error en el valor de la lectura.

Una vez esto obtenido, lo que se ayuda grandemente á lograr agitando también el agua, tírese el líquido y tómese agua nueva de la caldera, inmergiendo en ella al mismo tiempo el salinómetro y el termómetro. Cuando este último marque los 200° Fahrenheit, para cuya temperatura están calculadas las indicaciones del pesa-sales que nos ocupa, tómense las lecturas del instrumento.

Indicaciones superiores á $\frac{25}{32}$ son significativas de inmediata necesidad de extracción, que no se realiza si



la lectura es de $\frac{2}{32}$ ó menor que esta cifra.

Puede usarse también el termómetro como salinómetro; pero es procedimiento á nuestro juicio poco recomendable, pues ni se gana al utilizarlo mayor exactitud en las indicaciones, ni mucho menos en rapidez con las operaciones previas que exige practicar.

Para obtener con este instrumento la indicación necesaria sobre el grado de saturación del líquido y juzgar por tanto de la oportunidad de la extracción, necesítase emplear además del termómetro, un barómetro y una tabla, en la cual para la altura atmosférica al nivel del mar ó sean 30 pulgadas inglesas ó 762 milímetros y en función de la densidad del agua expresada en la forma que lo está la escala del salinómetro, se tengan á la vista las diferentes temperaturas de ebullición.

Véase en la Tabla dicha para $\frac{2}{32}$ desaturación cual es el punto de ebullición, y corrijaese ese punto de ebullición obtenido con el termómetro, de la diferencia que existe entre la presión atmosférica normal al nivel del mar, que es á la que está calculada la Tabla, y la que se tenga a bordo en el momento de hacer la manipulación dicha con el termómetro. Esto nos dará un punto de ebullición superior ó inferior al obtenido con el termómetro, y nos dirá, por tanto, si el agua cuya temperatura se midió, tiene un grado superior ó inferior de concentración á los $\frac{2}{32}$, que es el dato que se busca para fundamentar la necesidad de la extracción.

Dicho se está, que para emplear el termómetro centígrado más principalmente en estos usos, debería su



graduación disponerse en forma distinta á la ordinaria, pues para el fin dicho bastaría señalar 8° por encima y debajo del punto de ebullición, y que ellos estuviesen á su vez subdivididos en fracción de grado. En una palabra, un termómetro con graduación análoga á la de los que se emplean para medir la altura de las montañas al observar á qué grado el agua hierve en aquella altura.

A continuación ponemos las Tablas á que en anteriores párrafos hemos hecho referencia.

Saturación y ebullición del agua del mar

	Saturación	Peso de las sales en 100 partes de agua	Punto de ebullición
			<i>Centigrado</i>
Agua pura . . .	0	0	100°
	$\frac{1}{32}$	3'12	100'7
	$\frac{2}{32}$	6'24	101'3
	$\frac{3}{32}$	9'36	102'2
	$\frac{4}{32}$	12'48	102'6
	$\frac{5}{32}$	15'60	103'2
	$\frac{6}{32}$	18'72	104
Agua del mar . .	$\frac{7}{32}$	21'84	104'6
	$\frac{8}{32}$	24'96	105'2
	$\frac{9}{32}$	28'08	105'8
	$\frac{10}{32}$	31'20	106'5
	$\frac{11}{32}$	34'32	107'2
	$\frac{12}{32}$	37'44	108



**Ebullición del agua pura á diferentes alturas
del barómetro**

ALTURAS BAROMÉTRICAS		PUNTOS DE EBULLICIÓN
<i>Pulgadas</i>	<i>Milímetros</i>	<i>Centigrado</i>
26	660'4	96'22
27	685'8	97'20
27½	698'5	97'70
28	711'2	98'16
28½	723'9	98'20
29	736'6	99'10
29½	749'3	99'55
30	762	100
30½	774'4	100'44
31	787'4	100'87

42. Tiro natural y forzado.

El tiro es el movimiento ascensional del aire y de los resultados gaseosos de la combustión á través del combustible, en todos los espacios ocupados por las llamas y chimenea: puede ser natural y forzado.

El *tiro natural* es producido por la lijereza específica de los gases calientes contenidos en los conductos de las llamas y chimenea. Estos se elevan y la presión atmosférica aporta nuevos elementos de aire frío que pasan por el combustible, convirtiéndose en llamas y saliendo por la chimenea.

El *tiro forzado* es el que se obtiene forzando el aire para pasar á través del combustible, valiéndose de un ventilador cualquiera, ó más simplemente, por medio de un grifo de vapor interior á la chimenea y cuya



salida es por la parte baja de la misma, impulsando con su fuerza los gases al exterior.

El tiro forzado tiene importancia grande, y está establecido en algunos vapores mercantes de crecida velocidad, por lo que vamos á consagrarle alguna atención.

Todo lo que no sea la salida de los gases de la combustión, en virtud de su marcha ascendente debida á su lijereza, deja de ser tiro natural y entrar debe en la denominación de artificial, toda vez que son elementos complementarios ó artificios los que se ponen en juego para acrecentarlo.

Pero debería establecerse, en nuestra manera de apreciar este asunto, una diferencia, ó por mejor decir, subdivisión, entre el tiro artificial que puede mejorar y facilitar la combustión, con ahorro en el consumo y sin dañar la conservación de la caldera, y el tiro artificial también, pero en cuyo empleo todo se subordina á quemar en la unidad de tiempo la mayor cantidad posible de combustible, para obtener de este modo producción elevada de vapor aun cuando sea á costa de la vida del generador mismo, como acontece en la generalidad de los casos con la aplicación del tiro forzado en los buques de guerra.

La idea del tiro forzado parece envolver violencia, exageración, olvido de todo, ante el fin único de lograr determinado objetivo. Y el tiro forzado en los buques mercantes empleado, no debe ser ni es esto, sino envío de aire—en algunos casos calentado—con moderada presión á el hogar y cenicero, para que la combustión sea lo más perfecta posible, con ahorro relativo y



facilidad en el trabajo necesario para la producción de vapor.

En otros casos, el tiro lo representa la aspiración de los gases calientes que de la caldera acuden á la chimenea, mediante la colocación de un ventilador situado en la región alta de ésta y como en el anterior caso con velocidad reducida.

Creemos, pues, deberían establecerse como más lógicas y razonables estas tres denominaciones:

Tiro natural.

— *activado.*

— *forzado ó violento.*

Con la de tiro activado distinguiríamos nosotros, la aplicación del grifo de vapor á la región baja de la chimenea y lo que hoy se llama tiro forzado, ya sea en ceniceros cerrados ó cámara cerrada, si el moderado y juicioso empleo del ventilador no pasaba de los límites prudentes que conviene emplear para el trabajo de la combustión.

El tiro forzado en cámaras cerradas, más especialmente empleado en los buques de la Marina militar, con el fin lógico y natural de tener en momentos determinados de operaciones de guerra—cuyo éxito es lo esencial—exceso en la producción del vapor; ese en el cual todo se sacrifica á generar vapor en límites de labor extremos para el aparato y á costa de su duración; ese, debería conservar la concepción de forzado ó violento, porque aunque ambos son igualmente artificiales por la naturaleza de los medios que utilizan, difícilmente puede encontrarse palabra más apropiada para el último, que lo defina y caracterice.

El de Howden, de ceniceros cerrados y con aplicación



á vapores mercantes redúcese en síntesis, á enviar el aire de un ventilador después de pasar por una série de tubos que se sitúan en la caja de humos y á cuyo paso se calienta, al frente de los hogares y ceniceros. Unas válvulas especiales fijan la mayor ó menor abertura de los orificios, y por tanto, regulan la cantidad de aire que entra en la cámara de combustión.

El sistema Howden, por lo que dicho queda, combina el tiro forzado ordinario, con calentar el aire en su trayecto del ventilador al cenicero; el calor de los gases de la caja de humos—que es donde generalmente se instala la tubería para este último fin—es así utilizado en forma análoga ó parecida á los economizadores de las calderas Belleville y Babcock, salvo la diferencia de que en el caso que tratamos es el aire y no el agua, lo que se calienta.

El aie recorre la série de tubos verticales situados en el interior de la caja de humos y que calienta los gases que por esta región pasan, para tomar el camino de la chimenea, por un conducto que sigue contorneando la caja de tubos, descende por delante de la puerta del hogar—que está al efecto dispuesta para recibirlos—y llega finalmente al cenicero. El aire puede ser admitido por encima de las parrillas, por el registro horizontal colocado en las puertas.

Exige este sistema, que al abrir la puerta de los hogares ó ceniceros se interrumpa é incomunique la entrada del aire caldeado, porque las llamas podrían invadir la sala de calderas con el daño consiguiente.

El sistema *Ellis* es en principio análogo al precedente, estribando la única diferencia, en que el tiro es producido por aspiración de los gases calientes. La



abertura, por una falsa maniobra, de la puerta del hogar ó del cenicero, no origina más que una aspiración de aire frío, perjudicial por la contracción rápida que determina en el hogar.

Tanto en el sistema *Howden* como en el *Ellis* se comprende, que el elemento mecánico que impulse el aire ó aspire los gases calientes, es indispensable para poder vencer la resistencia que en ambos casos presentan los conductos y codillos de tubos y el camino que los gases han de recorrer para atravesar el recalentador de aire.

En orden á economía estos dos sistemas acusan, la que proviene de una más perfecta combustión como consecuencia de la mayor temperatura á que el hogar se encuentra, y la utilización del aire caldeado sin gasto alguno en producirlo, toda vez que se alcanza robando calor á unos gases que han de escapar por la chimenea, y cuya más baja temperatura—de 400° en los casos ordinarios á 240° con economizador—en nada afecta al tiro por producirse éste artificialmente.

Evidente también parece, lo ventajoso que para la vida del generador ha de resultar, el que sea caliente y no fría la masa de aire que se inyecte en la cámara de combustión.

43. Explosiones.

Una *explosión* es la ruptura parcial ó total de la caldera.

Se distingue la explosión lenta y la fulminante.

La *lenta* manifiéstase por la ruptura de una parte de la caldera, ocasionada por el mal estado de las planchas ó un aumento exagerado en la presión á que se



trabaja. Generalmente este género de explosión es poco peligroso, en las que trabajan á bajas presiones; pero puede tener consecuencias terribles en las de alta, sobre todo si la fisura que vá extendiéndose paulatinamente hasta producir la inutilización y por la cual se escapa el contenido, tiene lugar en la cámara de agua. La única maniobra posible en estos casos, es arrojar grandes cantidades de agua en la cámara de las máquinas.

La ruptura brusca y repentina de la caldera cual pudiera hacerlo una granada, lanzando trozos más ó menos considerables de sus paredes en todos sentidos y con gran violencia, es á lo que se llama explosión fulminante. Por lo general, esta forma de reventar la caldera, entraña la pérdida del buque y de un número más ó menos grande de su dotación.

Las causas de las explosiones fulminantes son poco conocidas; se han dado un sin número de explicaciones probables del fenómeno. Parece, sin embargo, generalmente admitido, que la principal causa ocasional en la explosión fulminante, lo es, cuando ocurre una bajada notable en el nivel del agua, y por consecuencia, parte de la superficie de caldeo está al rojo, la llegada á esta superficie enrojecida del líquido, que entonces dá lugar á la vaporización instantánea de una masa considerable de agua, ó lo que es igual al desarrollo de una fuerza que se valúa por centenares de atmósferas. Las consecuencias son evidentes; por resistente que fuera la caldera, saltaría hecha pedazos.

Siempre que el nivel del agua sea inferior al normal y como consecuencia las planchas se enrojecen, debe temerse la posibilidad de una explosión fulminante.



En este caso, debe ante todo tenerse cuidado con evitar toda operación que pueda dar lugar á proyecciones de agua sobre las planchas; por consiguiente, ni se debe aumentar el gasto del vapor ni dar á éste salida por las válvulas de seguridad; lo único hacedero es disminuir los fuegos y dejar enfriar algo la caldera.

44. Bombas de alimentación.

La bomba alimenticia es destinada á alimentar la caldera mientras que la máquina está en movimiento.

Por lo general, son de simple efecto. La figura 43 reproduce la disposición aceptada para el cuerpo de bomba y émbolo.

Es el primero *A* de fundición de hierro, interiormente revestido con una capa de bronce, ó todo él de este último metal, para evitar la corrosión del hierro en constante contacto con el agua.

El émbolo *P* es de bronce y se le hace hueco á fin de aligerarlo de peso; ofrece además la particularidad de que no toca al cuerpo de la bomba, apoyándose tan solo en

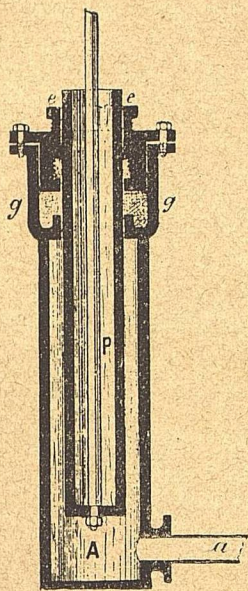


FIG.. 43:

la prensa *e* y su caja *g*, cuyas dimensiones son las necesarias para que puedan prestarle el servicio de una guía durante su movimiento.



El cuerpo de la bomba comunica por la parte inferior con la caja alimenticia, por medio del tubo *a*.

La *caja alimenticia* (fig. 44) tiene tres compartimientos separados, provistos cada uno de su correspondiente válvula: el espacio *M* comunica con la bomba por el tubo *a*; la válvula *b* cierra el orificio de un tubo

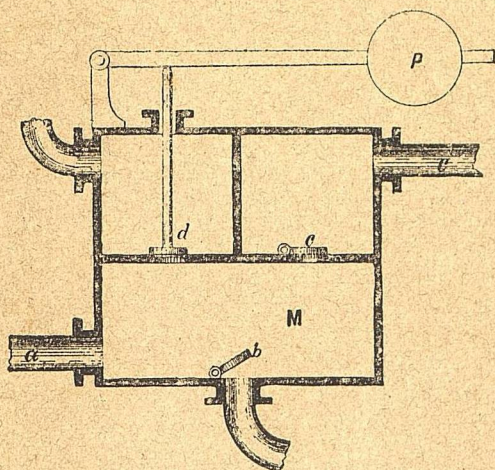


FIG. 44.

que vá á la cisterna; *c* cierra el compartimiento que comunica con la caldera; y por último, el tercer compartimiento que también comunica con la cisterna, está cerrado por una válvula *d* provista de un vástago, al cual comprime exteriormente el peso *P*.

Cuando el émbolo sube haciendo por tante el vacío, *b* se abre y el agua ocupa enseguida el cuerpo de bomba. Si el émbolo baja, *b* se cierra, pero *c* se abre y el agua pasa á la caldera; pero como la bomba sumi-

nistra más agua de la que la caldera necesita, el grifo de alimentación regula la que debe pasar y el resto que queda abre á *d* y retorna á la cisterna.

El *donkey* ó *borriquete* (fig. 45), es una pequeña máquina de vapor independiente de la grande, que pone en movimiento una bomba alimenticia y se utiliza para sostener el nivel del agua en las calderas cuando la máquina principal está incidentalmente parada.

Las bombas de alimentación de *Worthington* se emplean en tierra para la alimentación de las calderas y son indudablemente las más generalizadas.

Son de vapor y acción directa y representada en la figura 46.

El mismo vástago del émbolo ó por mejor decir su prolongación, dá directamente el movimiento á las bombas dispuestas en el cuerpo de la derecha de la figura. El de la izquierda lo forma la distribución y cilindro de vapor.

Esta disposición permite reducir con ventaja el tiempo de detención que el émbolo de todas las bombas permanece en la posición final de extremo de su carrera, al invertir el movimiento ó cambiar su sentido.

Es otro beneficio en ellas alcanzado, el que el émbolo de la bomba no tiene necesidad de llegar en el límite de su carrera hasta el fondo de la caja ó cilindro

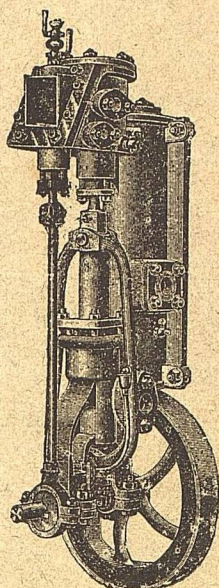


FIG. 45.

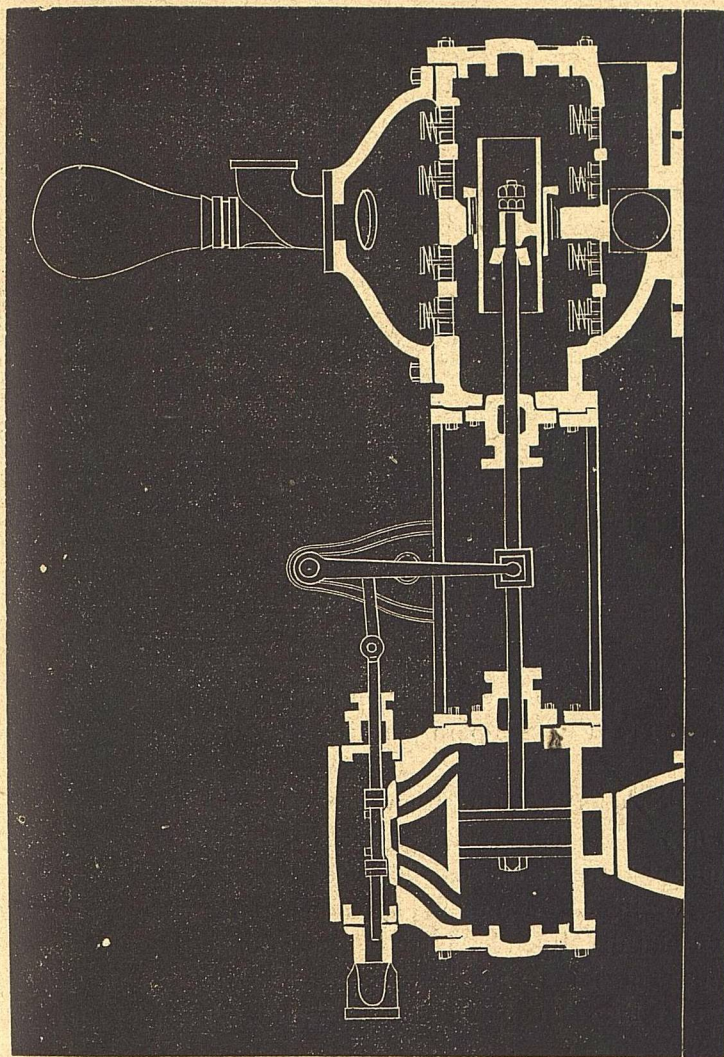


Fig. 46.

en que sus movimientos efectúa. El cierre anticipado de la evacuación antes de llegar el émbolo al fin de su curso hace que el vapor comprimido forme una especie de almohadillado que impide el choque.

45. Inyector Giffard.

El inyector Giffard (*fig. 47*) es un aparato de alimentación para las calderas, que funciona mediante la utilización ó empleo del vapor, tomado directamente del generador. Sustituye ó reemplaza á las bombas alimenticias.

Su manera de funcionar se funda, en que la condensación de un chorro de vapor no altera la velocidad que anima á las partículas de este fluido. Así, pues, la vena líquida en que se convierte el vapor, prosigue animada del mismo movimiento que anteriormente.

La disposición en que presentamos la figura 47, pone claramente de manifiesto la estructura de este ingenioso aparato.

El vapor de la caldera viene directamente por *V*, sirviendo la llave *c* para permitir su entrada en el inyector.

Con la llave *a'*, que mueve el vástago *a*, se hace más ó menos espacioso el tubo cónico á que el vapor llega inmediatamente de su salida.

Recibe en ese punto el agua de la alimentación que por el tubo *A* acude, á consecuencia de la aspiración que se efectúa de resultas de ser expulsado el aire contenido. Este agua condensa el chorro del vapor con que se encuentra y continúa animada de la velocidad adquirida hasta salir por *o'*.

Entra finalmente en la caldera por *C*, venciendo la



tensión que haya en la misma, después de abrir una válvula de retención *n*.

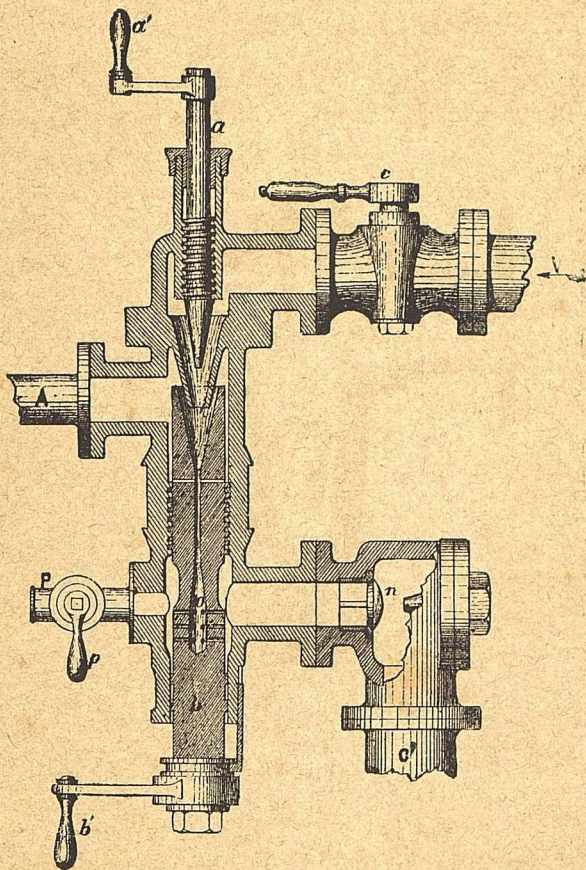


FIG. 47.

En la figura 47 la llave b' regula la entrada del agua mediante la subida ó bajada del tubo b . La del vapor, como ya hemos dicho, se alcanza con α' .

P, es un tubo de purga, cuyo funcionamiento se obtiene mediante la llave *p*, que á voluntad abre ó cierra la comunicación.

46. Válvula de retención.

Como quiera que al funcionar las bombas de alimentación trabajan siempre con intermitencias y debe

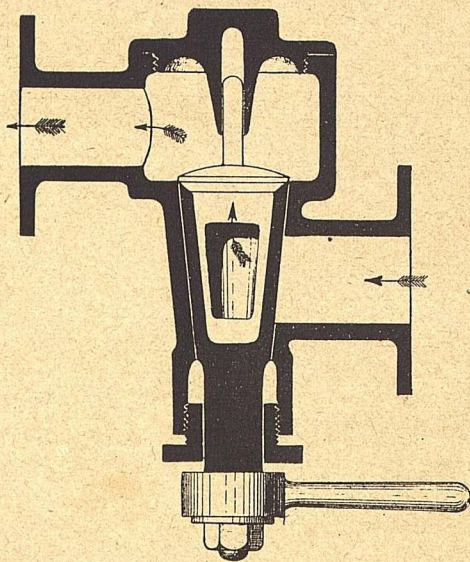


FIG. 48.

impedirse que el agua afluente una vez dentro de las calderas vuelva á salir de ellas, se adopta una disposición especial para este objeto, adjuntando á la caldera una caja que contiene una válvula, cuya misión es subvenir por modo fácil y seguro á la necesidad de

cerrar automáticamente la comunicación con ella cuando la alimentación se interrumpe.

En otros casos, esta caja lleva además un grifo (*fig. 48*), cuya mayor ó menor abertura á mano establecida, permite interrumpir, aumentar ó disminuir la cantidad de agua de la alimentación ó sea regular su empleo.

La válvula se cierra por su propio peso, y tiene con la guía superior obligado camino que recorrer. O descansa, como en la figura se encuentra, ó está elevada por el empuje del agua de alimentación, facilitando con ello el paso de ésta al generador. La caja dicha está adosada á la caldera y al extremo del tubo de alimentación.

La claridad de la figura que presentamos, nos releva de más extensa explicación. Solo diremos en seguimiento de la más fácil comprensión, que el macho está abierto por su base mayor, cuyo contorno sirve de asiento á la válvula de retención, facilitando así el paso del líquido al departamento superior. Tiene en su parte baja, como la figura lo muestra, una palanca ó llave para regular sus movimientos.

47. Calderas multitubulares ó tubulosas.

Con las calderas tubulares se hace difícil alcanzar presiones superiores á 12 kilos, á menos de reforzarlas considerablemente y aumentar mucho los espesores de sus envueltas, lo que daría lugar á gran complicación y excesivo aumento de peso.

Con las calderas multitubulares es posible alcanzar las grandes presiones con poco peso, debido principalmente á que en ellas la presión se ejerce en el interior



de tubos de pequeño diámetro, y por tanto, de poco espesor. (Para una presión dada, el espesor varía proporcionalmente al diámetro).

Hoy día se ha llegado á construir calderas multitubulares, cuyo peso por caballo indicado es 10 kilos: el *peso mínimo* por caballo indicado en una caldera tubular es de *más* de 60 kilos.

Lo que más las distingue de las calderas ordinarias es, que en éstas las llamas están envueltas por el agua y el vapor, mientras que en las primeras, por el contrario, son las llamas las que envuelven la masa de agua y vapor. Esta masa de agua es pequeña, y ha costado no pocos trabajos conseguir por esto un regular funcionamiento.

En estas calderas es indispensable el uso del *regulador automático de alimentación*.

Cualquier falta en la alimentación que deje á los tubos sin ser refrescados (dado el gran poder vaporizador que poseen), es fatal para la caldera, pues el calor á que están sometidos los tubos cuando se trabaja á tiro forzado, puede ser suficiente para fundirlos. De aquí el que la alimentación sea automática y sea necesario estar constantemente vigilándola.

El agua que se emplee en estas calderas ha de ser completamente pura.

Una incrustación que empiece á formarse, crece rápidamente y obstruye el tubo, quemándolo, siendo por estas razones necesario el uso de filtros y deyectores.

Las calderas multitubulares se clasifican atendiendo á la manera de verificarse en ella la circulación en tres grupos:

1.º *De circulación limitada.*



2.º *De circulación libre.*

3.ª *De circulación acelerada.*

Al primer grupo, llamado así por lo pequeña de la circulación, pertenece, como tipo único, la *Belleville*. La caracteriza el no tener depósito de agua.

Al segundo grupo pertenecen las calderas *Niclausse*, *Durr*, *Field*, *Babcock & Wilcox*, *Lagraffel d' Allest*, etc. Las caracteriza la presencia de láminas de agua.

Y al tercero pertenecen las *Normand*, *Thornycroft*, *Jarrow*, *Lagraffel D' Allest* y *Babcock & Wilcox*, de nuevo tipo, y otras. Deben su nombre, á que en ellas se mejora la circulación, facilitando la afluencia del agua que tiende á llenar el vacío que forman las burbujas de vapor al desprenderse, y á que están dispuestas de modo que estas burbujas no puedan unirse entre sí, y dar lugar á cámaras de vapor que se opongan á la circulación. En una palabra; *aceleran* la circulación.

48. Caldera de tubos de agua de Babcock & Wilcox.

En esta caldera, como en las demás de tubos de agua, constituye parte interesantísima de su estudio, el conocimiento de cómo se realiza la circulación del agua.

Para la más fácil comprensión de extremo tan importante, supongamos un tubo en forma de U (*fig. 49*) aplicado á la parte inferior de un vaso lleno de agua, y por cualquier procedimiento

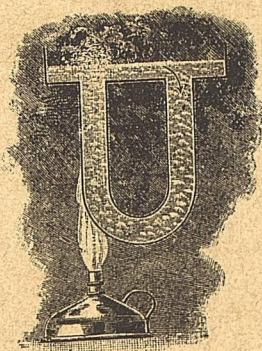


FIG. 49.

calentemos una de las ramas de este tubo, conforme aparece en el grabado.

El agua, con diferente temperatura en las diversas partes que ocupa, inicia un movimiento ó corriente, que en sentido ascendente se produce en la rama donde el calor es más elevado, suministrando la otra el líquido que á ella afluye. Queda así establecido el sentido de la marcha ó camino, y evidenciado el verdadero principio que establece la circulación en una caldera de tubos de agua de ese sistema.

Con la disposición apuntada, la parte que recibe el fuego no es lo suficientemente grande, como la conveniencia aconseja establecer, y para obviar esta dificultad

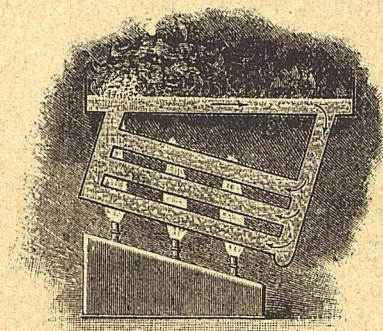


FIG. 50.

se ha ideado la reforma que representa la figura 50, en virtud de la cual y sin alterar lo esencial de la disposición primitiva, la parte de rama expuesta al fuego no es solo mayor, sino colocada queda en condiciones parecidas á las de un tubo inclina-

do, mucho más aceptable para el objeto.

Con otros tubos añadidos al primero obtiéndose un considerable aumento en la superficie de caldeo, subsistiendo el mismo principio circulatorio, y sobreentendiéndose que en semejante disposición la circulación es función de la diferencia de densidad de las dos

columnas dichas; ascendente en los tubos caloríferos más calentados por el horno, y descendentes en los no calentados ó que lo son en menos cantidad.

Dichose está, que en la mayor ó menor energía de esta circulación entran factores muy diversos que aquí no podemos analizar, ni en la medida de su alcance, ni en su naturaleza. Diremos solamente que ellos son, aparte de otros de más escasa importancia, la actividad de la combustión, el diámetro, largo, calidad, forma y disposición de los tubos, el estado de su superficie interior y la presión del vapor.

Entrando ahora en la descripción de detalles del aparato ya constituido y en su fundamento analizado, consig-

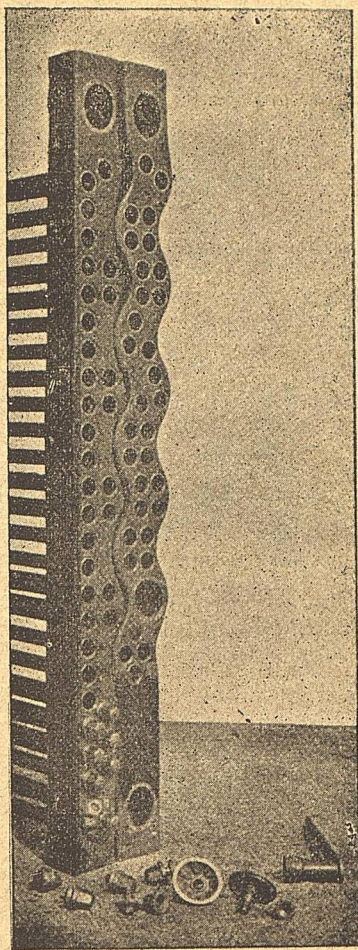


FIG. 51.

narse merece en primer término, que las del sistema que nos ocupa están en su totalidad elaboradas con acero forjado, y consisten en una serie de tubos inclinados y unidos sus extremos á cajas de forma sinuosa llamadas *cabezales* (*fig. 51*), cuya estructura el grabado aclara suficientemente, y las cuales, por la mediación de tubos cortos, están en comunicación con el domo grande en la parte superior de la caldera establecido, y con otro pequeño que se sitúa en la baja para recibir los fangos depositados.

Todos los tubos de la caldera pueden examinarse, limpiarse interiormente y sustituirse, sin que para ello haya necesidad de tocar á los tubos adyacentes, toda vez que frente á cada tubo hay en los cabezales unas tapas dispuestas á este fin.

Ellas realizan un cierre hermético, para cuyo objeto las superficies de las mismas se púlimentan con el mayor esmero posible, estableciendo un contacto metálico perfecto, al que prestan valioso auxilio los puentes y pernos de hierro forjado que las acompañan. Las juntas hechas en las caras interiores de los cabezales son, por tanto, de metal con metal, y á su mejoramiento coopera la presión interior.

La figura 52 representa una vista interior de ella.

Se compone de un *domo horizontal* de gran capacidad para agua y vapor, los dos extremos del mismo están unidos á un haz de tubos colocados con inclinación para facilitar el escape de las burbujas de vapor. Este haz de forma sinuosa para el mejor aprovechamiento de la llama, está compuesto de diversos elementos, y cada elemento á su vez formado de cierta cantidad de tubos mandrilados en conductores ondulados, los



cuales establecen entre sí una comunicación directa con el depósito superior.

En la parte posterior y más baja de la caldera,

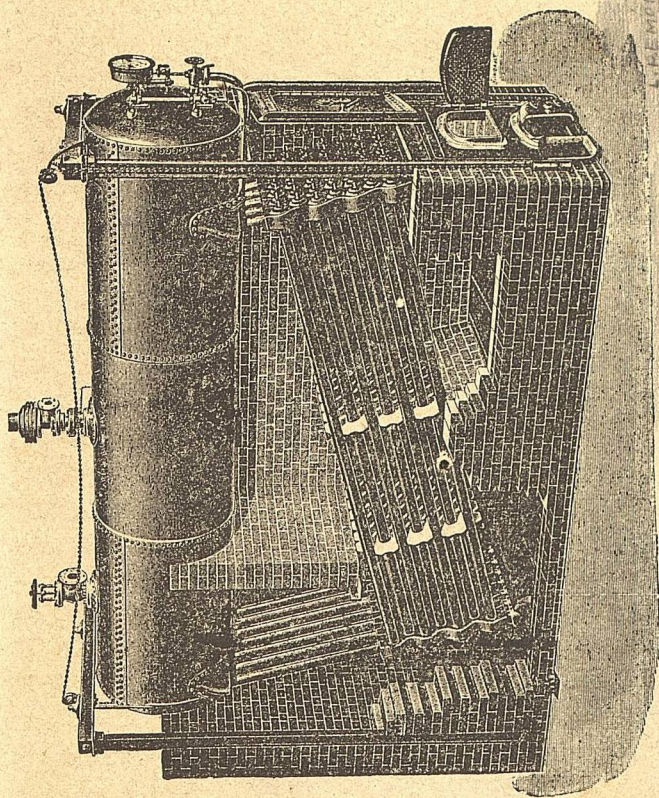


Fig. 52.

existe un pequeño recipiente transversalmente situado, al cual vienen á depositarse los fangos y sales precipitadas.



La caldera está suspendida por viguetas de hierro transversales que descansan sobre columnas del mismo metal, por completo independiente de la obra de fábrica. Esta disposición permite que la caldera sufra las dilataciones y contracciones, sin que por ello ocurra ningún desarreglo.

Las prevenciones sobre medidas de seguridad y economía con las calderas Bakcock, son idénticas á las empleadas con las de análogo sistema.

Por lo que respecta á su mejor conservación, debe procurarse:

a).—No vaciarla mientras la obra de albañilería esté caliente.

b).—Nunca debe inyectarse agua fría estando caliente todavía la caldera.

c).—Deben examinarse con frecuencia las partes de la caldera que están en contacto con cobre ó bronce en presencia del agua, para asegurarse no hay síntomas de corrosión.

Si el agua de alimentación contiene sal ó ácidos, un poco de zinc metálico colocado en la caldera impide este daño y deberá cambiarse de tiempo en tiempo.

d).—Debe evitarse un fuego rápido ó violento.

e).—Si una caldera ha de estar cierto tiempo sin funcionar, debe vaciarse y secarse perfectamente. Si esto no es posible, llénese con agua que contenga una cierta cantidad de sal común.

En cuanto al modo de funcionar la caldera, es como sigue:

El hogar está colocado en la parte anterior debajo del extremo más elevado de los tubos, conforme la figura enseña: los productos de la combustión se elevan



y pasan entre los tubos para ir á la cámara situada debajo del depósito ó domo de agua y vapor, de donde descenden á través de la parte central de los tubos y nuevamente vuelven á subir por la parte posterior de los mismos, escapándose por la chimenea.

El agua colocada dentro de los tubos al calentarse, tiende á ganar la parte superior, y al empezar á convertirse en vapor, forma una mezcla compuesta de vapor y agua que teniendo menor peso específico que el agua del extremo posterior de la caldera, sube por los conductos verticales al depósito, donde el vapor se separa del agua y ésta por su mayor densidad vá á la parte posterior de la caldera, y por el conducto descendente baja á los tubos, estableciéndose así una circulación continua.

Como las comunicaciones son sumamente desahogadas, la circulación es muy rápida y arrastra consigo al vapor tan pronto como se ha formado, reemplazándolo el agua; de este modo se absorbe el calor del hogar de un modo muy ventajoso.

Constantemente mezclada é impulsada el agua, se mantiene á una temperatura uniforme en toda la caldera, impidiéndose en gran parte por la circulación que se establece, el que se formen incrustaciones sobre la superficie de calefacción, pues los sedimentos y las sales precipitadas son arrastradas por el agua y conducidas al depósito al efecto instalado, de donde se las extrae periódicamente.

La toma de vapor se hace en la parte posterior y superior del depósito, sitio en el cual el vapor está completamente libre de agua.



49. Caldera Belleville para la Marina.

Al pasar revista á los generadores de tubos de agua con aplicación á la Marina, no es posible dejar de hablar del ideado por Belleville, y llevado á perfección extrema en estos últimos tiempos.

Las Marinas militares de Europa y los paquetes de la francesa emplean mucho este tipo de generador, provisto de cámara de combustión complementaria y economizador.

Las figuras 53 y 54, que representan un corte longitudinal del mismo y la vista de frente de un grupo, tal como abordó se colocan, ofrecen material bastante en orden á representación gráfica, para comprender y analizar bien la descripción que pasamos á hacer de esta caldera que solo difiere de las empleadas en tierra en pequeños detalles, que no alteran lo esencial del aparato.

Veamos en primer término las partes de que se compone. *A, B, C*, son tres generadores colocados unos al lado de otros, formando grupo y estando solo el *B* representado en su totalidad.

a, b, c, son los elementos vaporizadores de esas mismas tres calderas. Los *c* no están visibles, y de la caldera *A* solo se representa un elemento completo visto de frente, ó sea el *a*.

Si se detiene uno á examinar el elemento *b*—uno de los muchos de que la caldera está formada—en que el vapor se genera, se viene en conocimiento de que cada elemento lo constituye una doble hilera de tubos rectos que con ligera inclinación parten en zig-zag, adoptando su conjunto la disposición de un serpentín aplastado desde la carrera baja á la superior. Unas



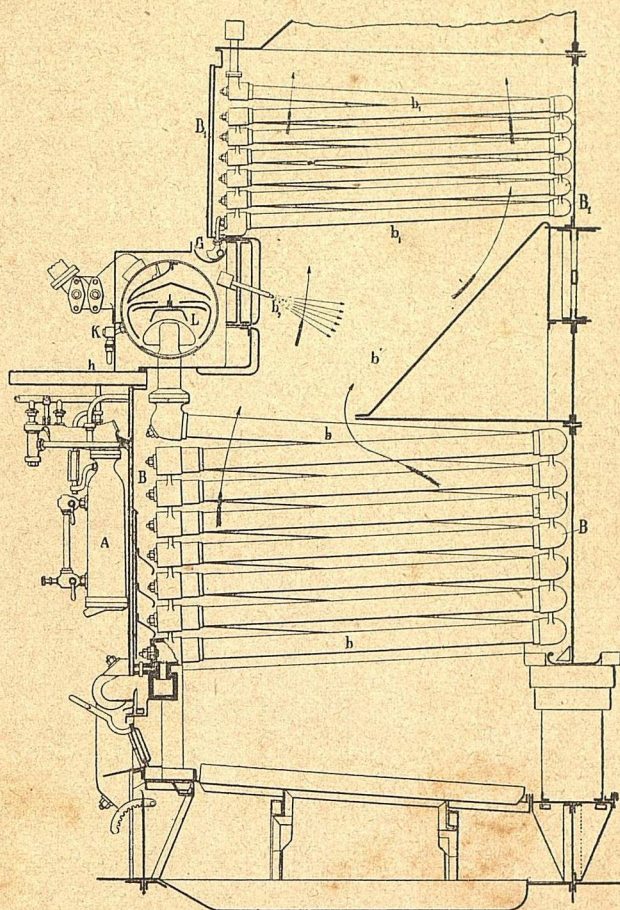


FIG. 53.

CORTE LONGITUDINAL DE UNA CALDERA BELLEVILLE TIPO MARINO,
CON ECONOMIZADOR

cajas de fundición reunen entre sí y permiten que se comuniquen los extremos de los tubos en cada elemento,

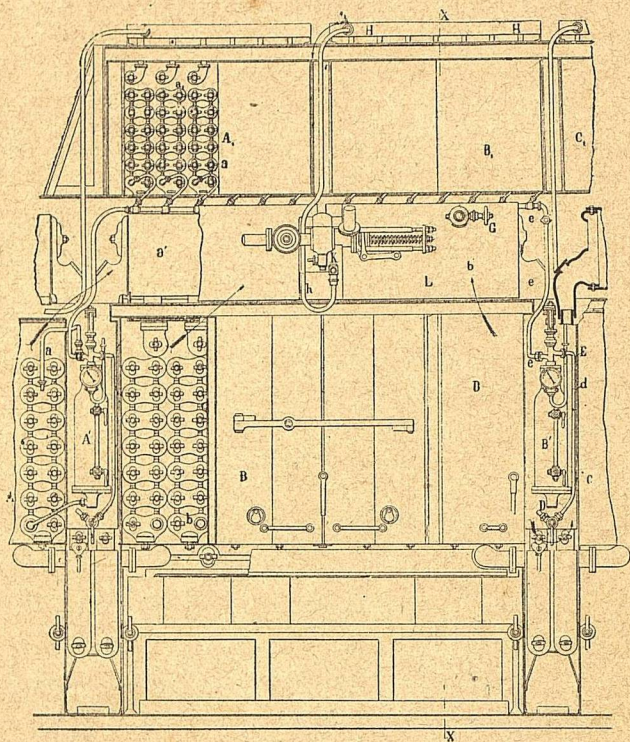


FIG. 54.

VISTA DE FRENTE DE UN GRUPO DE CALDERAS BELLEVILLE,
TIPO MARINO, CON ECONOMIZADOR

atornillándose los últimos á las primeras y asegurándose las juntas con manguitos ó anillos roscados.

El agua ocupa la capacidad inferior de todos los elementos y el vapor el resto.

A_1 , B_1 , C_1 , son los economizadores respectivos de los generadores A , B y C .

El objeto del economizador no es otro, sino el de aprovechar los gases de la combustión antes de su entrada en la chimenea, y con su calor proporcionar mayor temperatura al agua de alimentación, que para el efecto se hace circular por la tubería del mismo.

Que con tal disposición se obtiene no escasa economía, lo demuestra el ejemplo siguiente:

En una máquina que trabaja á presión de 9,3 kilogramos por cm^2 , se calculó su rendimiento con respecto á la máquina perfecta, ideal, y resultó ser de 0,90, estando el agua de alimentación á una temperatura de 40° . Calentando el agua á 80° , el rendimiento fué de 0,97; es decir, que calentando el agua de alimentación, aprovechando para ello el calor de los gases de la combustión, la pérdida se reduce de un 10 por 100 á un 3 por 100.

La disposición de los elementos b_1 , por los que esta agua de alimentación circula, es exactamente igual á la de los elementos b vaporizadores, con la sola y única diferencia de ser algo más cortos y de menor diámetro, como puede fácilmente apreciarse por la figura.

El agua impulsada por la bomba alimenticia, fuerza la válvula de retención D , sube por el tubo d , llegando al regulador automático E que guía la alimentación en la medida de lo necesario. Sube por el tubo e al colector G , que la distribuye en los elementos del economizador por su parte inferior. En ellos se calienta y pasa del colector H y tubo h al inyector de alimentación K .

a' b' , son las cámaras complementarias de combustión—uno de los perfeccionamientos de estas calderas—



situadas entre los haces de tubos *b* en que el vapor se produce y los *b*₁ del economizador, destinado á elevar la temperatura del agua de alimentación, como ya hemos dicho.

*b*₂, grifo destinado á injectar aire, para que íntimamente se mezcle con los gases en la cámara complementaria de combustión.

A', *B'* regulador automático de alimentación de los generadores *A* y *B*.

El conjunto de elementos que constituye el generador, descansa en el horno, sólida construcción de ladrillos refractarios, y queda encerrado dentro de una doble caja de plancha de hierro que constituye la envolvente.

Se acostumbra á colocar entre los dos forros de plancha, un revestimiento de carboncilla y escoria para disminuir la radiación.

Esta envolvente afecta la forma de un paralelepípedo y en su frente está provista de las correspondientes puertas para los ceniceros, hogares y caja de tubos.

La circulación del agua en el generador—extremo este de la mayor importancia—verifícase mediante la existencia de los siguientes medios, á este fin destinados.

Elementos vaporizadores, que trazan un camino continuo; recipiente colector que reúne el vapor que proviene de los elementos y recibe al mismo tiempo el agua de alimentación; y por último, tubos exteriores que ligan el recipiente colector, que reúne el vapor que proviene de los elementos, con ó sin la interposición de un recipiente para depósitos calcáreos.

La diferencia de densidad entre el agua de los tubos



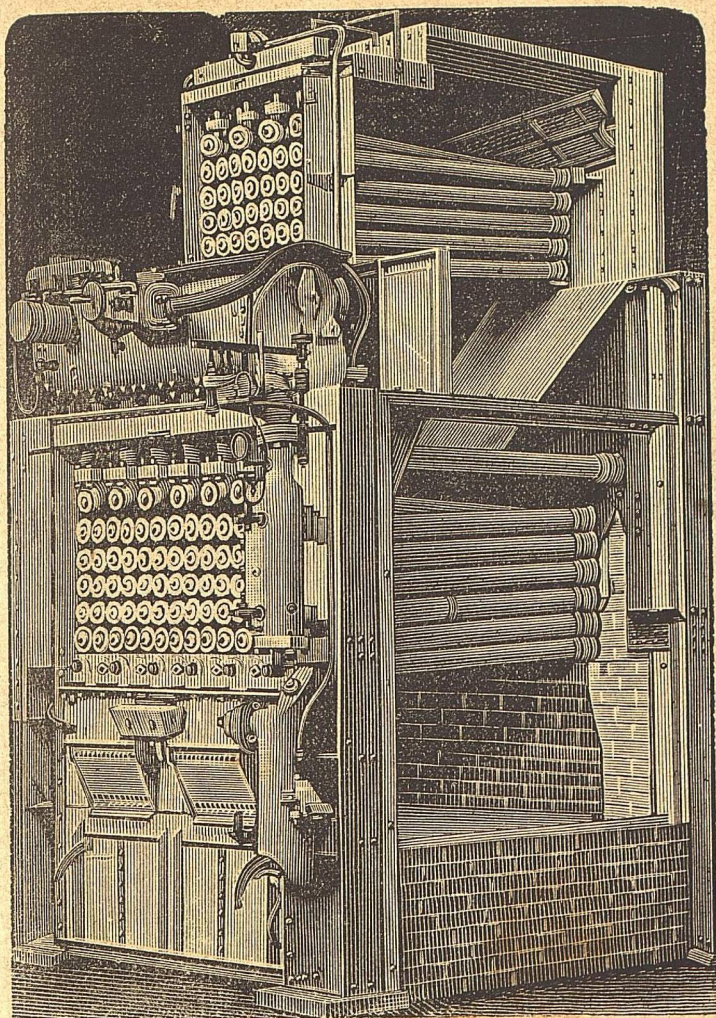


FIG. 55.

CALDERA BELLEVILLE, TIPO DE TIERRA



vaporizadores que se convierte en vapor y la que con menos temperatura baja por los tubos exteriores desde el colector alto á la base de los elementos, es la que establece la circulación pequeña ó limitada que se produce, de la parte inferior á la superior del aparato.

Como en otro lugar hemos dicho, este tipo de generador—del cual hemos dado solo una ligera idea—tiene bastante aplicación en los vapores de las líneas postales francesas.

Como instalaciones importantes, merecen ser mencionadas las de los vapores *Laos*, *Indus*, *Tonkin* (cuyo departamento de máquinas y calderas visitamos en su primer viaje) y el *Australia*, que monta 20 generadores con 7.000 caballos.

Todos estos vapores pertenecen á la *Compagnie des Messageries Maritimes*.

Terminaremos consignando que pruebas de fecha relativamente reciente verificadas con estas calderas, han dado los resultados que siguen:

a).—Vapor producido por cada kilogramo de carbón quemado	9,194	
b).—Temperatura del agua de alimentación.	70°	centígrados
c).—Temperatura de los gases al entrar en el economizador	434°	—
d).—Temperatura de los gases al salir del economizador	270°	—

En esta clase de generadores son elementos muy esenciales cuya disposición conviene conocer, el *regulador automático de alimentación* empleado en las calderas de tierra y el *caballo Belleville* para el mismo fin.

El primero está constituido por una válvula equili-



brada que regula la introducción del agua en el generador. Esta válvula se encuentra regida ó maniobrada por un flotador encerrado en una columna de nivel que comunica por arriba y abajo con los elementos generadores.

Los movimientos de oscilación que el nivel sufre, se transmiten por el flotador á la válvula equilibrada y ésta descubre para el paso del agua de la alimentación una sección más ó menos grande, según que el nivel descienda ó suba.

Cuando el regimen normal de la vaporización está establecido, el nivel medio del agua en el generador permanece constante mientras que la bomba alimenticia suministra el agua en la cantidad suficiente.

El *caballo de alimentación de Belleville* es de doble efecto y por su estructura exterior recuerda las bombas de alimentación americanas.

El cilindro de vapor y el otro en que funcionan las válvulas para el agua, están situados de frente, teniendo el vástago común.

El distribuidor está movido por una palanca terminada por una horquilla, oscilando alrededor de un eje fijo situado á igual distancia de los dos cilindros dichos. Las ramas de esta horquilla están montadas sobre las barras de los pistones formando un manguito: en su movimiento alternativo, este manguito toca á las ramas de la horquilla y desplaza así al distribuidor en el sentido conveniente.

A fin de que la resistencia del distribuidor cuando se marcha á muy pequeña velocidad no detenga el curso ó camino del émbolo, se ha imaginado y llevado á cabo por un procedimiento ingenioso, suprimir la carga de agua al pistón ó émbolo en el momento en



que el manguito toca á la horquilla de distribución. Así el pistón de vapor no tiene otro esfuerzo que hacer sino el necesario para desplazar al distribuidor, siendo, por tanto, el punto muerto fácilmente vencido.

El caballo de alimentación de Belleville está siempre en marcha: su velocidad la regula la abertura del automotor de alimentación del generador, de manera que suministre la proporcional á la actividad de la vaporización.

Si el automotor se cierra, el caballo sigue funcionando, porque como ya hemos dicho en el párrafo anterior, en ese caso se suprime la carga de agua en el pistón, ó mejor dicho, se descarga en el momento oportuno.

49 bis. Disposiciones de carácter general para todas las calderas.

Cuando el vapor se genera en varias calderas, deben estar dispuestas para funcionar todas á la vez ó independientemente las unas de las otras, mediante la utilización de válvulas de comunicación, dadas ya á conocer, que ligan ó incomunican cada generador con el tubo general del vapor.

Deben estar provistas de un manómetro. Las que tengan hornos adosados, tendrán uno en cada frente.

Los tubos de extracción de los fondos irán provistos de dos grifos: el uno inmediato á la caldera, y el otro en las cercanías del costado ó fondo del buque. Los de extracción de superficie afectarán análoga disposición.

Para la protección de las planchas de la envoltente, los grifos de extracción se fijan á unos aros metálicos que las atraviesan, con arandela exterior, que si es de hierro se procura siempre esté galvanizada.



Cuando los domos y recalentadores de vapor están colocados en la chimenea y expuestos directamente á la acción de los gases, deben estar convenientemente protegidos por planchas, y en todo caso ser posible examinar completamente el exterior é interior.

Para impedir que con los fuertes balances sufran averías las calderas en el sentido transversal, bien en el longitudinal como resultado de una colisión, deben estar sólidamente unidas á las varengas y demás partes del firme del barco.

Todos los registros de entrada estarán provistos del conveniente refuerzo.

Cada caldera llevará, cuando menos, dos válvulas de seguridad de un sistema aprobado.

Su sección total será suficiente, para que con los fuegos retirados durante veinte minutos al menos, la presión no se eleve más de $1/10$ de su valor efectivo de trabajo para el cual ha sido construída.

En caso de tiro forzado, esta sección debe aumentarse proporcionalmente al crecimiento del poder vaporizador del aparato.

Si hay posibilidad de aislar un recalentador de vapor comunicando con una ó más calderas, es necesario proveerlo de una válvula de seguridad de suficientes dimensiones.

50. Reglas más principales para el buen uso y conservación de las calderas.

Entendemos es de gran esencialidad apuntar—si quiera sea en forma abreviada—los principales cuidados que hay que tener con las calderas marinas, tanto en puerto como en la mar, para que aparatos tan deli-



cados y costosos produzcan su mayor rendimiento y obtengan la más larga duración.

A este fin, dividiremos en dos partes las recomendaciones que siguen, agrupándolas en dos categorías: cuidados en puerto y cuidados en la mar.

Cuidados en puerto.

a).—Si la permanencia en puerto ha de ser larga ó si hace mucho tiempo que el agua de las calderas no se renueva y existen indicios de la conveniencia de su sustitución, deberán ser vaciadas, ya aprovechando la presión del vapor como adecuado medio al objeto cuando posible ó necesario fuera, bien haciéndolo más tarde en forma lenta con las bombas, que es como generalmente se practica en los modernos generadores.

En las calderas pertenecientes á máquinas provistas de condensadores tubulares ó de superficie, el agua al cabo de algún tiempo llega á acidularse como consecuencia de la descomposición de los aceites y grasas de la lubricación. Esto ocurre también en aquellas otras en que los condensadores no son de esta clase; pero nunca en tan alto grado.

El Ingeniero Sr. Molina, en su interesante libro titulado *El Maquinista Naval*, fija el plazo de 400 horas de servicio como el conveniente para renovar el agua de una caldera, cuando no se presenta alguna novedad que justifique el acortarlo.

b).—Después de vaciadas, se deben limpiar perfectamente todos los conductos de humos y hornos, extrayendo los sedimentos fangosos que en sus fondos se acumulan y arrancando las incrustaciones de tubos y planchas.

c).—Se deberá practicar un detenido reconocimiento



interior antes de prepararlas para su conservación en puerto, á fin de tener la seguridad de que está bien cuidado el generador ó requiere esta ó la otra reparación.

d).—Este reconocimiento debe aprovecharse también para con la rasqueta ó el martillo—según la necesidad lo exija—desprender toda la materia sólida que con frecuencia se encuentra adherida en las superficies de caldeo.

e).—Es garantía de conservación en una caldera, el que todas sus partes interiores sean accesibles á la inspección ocular, y el que ésta se ejerza con la mayor severidad y la posible frecuencia.

f).—La caldera, después de desprendidas las incrustaciones y bien barridas, deberá baldearse y lavarse cuidadosamente. Después secarla bien, á cuyo efecto en la mitad anterior de cada horno se improvisa un pequeño fuego de leña y carbón alimentado por el aire que en corta cantidad se deja entrar por el cenicero, para el solo fin de mantener una lenta combustión, que no produzca rápida dilatación de las planchas, pero sí el caldeo uniforme de todas las regiones del aparato.

A medida que las planchas se calientan, la humedad adherente á ellas se vaporiza y vá obteniéndose el estado seco que se persigue alcanzar.

Cuando la temperatura de las paredes sea aproximadamente de 50° á 60° centígrado, debe el fuego dejarse consumir y cerrar todas las comunicaciones con el exterior, para que no pueda entrar en ella ni aire ni humedad.

i).—Debe impedirse que sobre las calderas se derrame agua, bien provenga de las limpiezas de cubierta



ó de cualquier otro origen. También contribuye mucho á evitar la corrosión exterior de las calderas, mantener perfectamente limpia la parte que esté debajo de ellas y poner alguna que otra vez cal apagada en los fondos, cerca ó debajo de las mismas.

j).—También se procurará que en el departamento en que ellas están instaladas, no descienda la temperatura por debajo de 10° centígrado, cuyo fin fácilmente se alcanza, con solo encender un pequeño fuego en el plan ó piso de las mismas, en los necesarios casos.

k).—Si se practica alguna prueba en frío con presión hidráulica para apreciar el estado de la caldera, debe tenerse cuidado de vaciarla una vez terminada, secando bien sus paredes y cerrando después todas sus puertas para que no penetre aire ni humedad, como ya hemos dicho.

l).—Al encender se procurará hacerlo con *48 horas de anticipación* á la fijada para la marcha, y este espacio de tiempo debe ser promediado, á fin de que uniformemente se vaya calentando, procurando al mismo tiempo ayudar á la circulación del agua dentro de la misma, con los aparatos de que para este efecto vá provista.

Una buena circulación para que todo el agua esté á la misma temperatura, y el evitar bruscos aumentos de ésta, son los elementos que al encender y lo mismo al apagar se deben cuidar preferentemente, prolongando así la vida del generador.

m).—Para que la vigilancia exterior de la caldera pueda ejercerse convenientemente, se procurará que todos sus alrededores sean accesibles al personal, y no existan materias combustibles que pudieran ser origen de un incendio.



Cuidados en la mar.

a).—Solo debe alimentarse con agua dulce,—todavía sería mejor con agua destilada—supliendo las pérdidas inevitables durante la travesía; ya con repuesto del líquido que para el efecto el buque lleve, bien con los evaporadores de que se proveen hoy en su mayoría las máquinas modernas.

Como excepción de esta regla general, estiman algunos que el bautismo de la caldera ó sea la primera agua que recibe para funcionar, debe ser de agua salada, persiguiendo con ello el que la superficie interior de la misma se recubra de una ligerísima capa de sal que beneficie las juntas y uniones en cuanto á hacerlas estancas.

b).—El empleo del filtro para el agua de alimentación en los barcos provistos de condensador de superficie, no necesita encomiarse como elemento que contribuye á defender la vida de los materiales de que está formada la caldera. Ya en otro lugar se ha explicado suficientemente el daño que causan los aceites que se emplean en la lubricación de cilindros y distribuidores, de los cuales vá acompañada el agua de condensación, si no es filtrada antes de su entrada en la caldera.

c).—La presión de régimen una vez alcanzada, no debe ser alterada por causa alguna.

Si la velocidad se acorta, la presión se sostendrá igual; si mandan parar y al poco tiempo se ha de poner en marcha, la presión igual; si el telégrafo dice que se navegue á *media máquina*, la presión igual; si se presenta la niebla y son muchas las horas que hay que navegar con máquina *oderada*, la presión igual, es decir, la de régimen.



La presión no debe alterarse nunca, hasta que la parada sea para fondear en definitiva y retirar ó apagar los fuegos por tanto.

Jamás será suficientemente censurado el erróneo concepto—por desgracia muy extendido entre el personal subalterno de las máquinas—de que el sostener en las calderas la presión más baja que la de régimen, produce resultados beneficiosos, disminuye los riesgos y ahorra fatiga á los fogoneros encargados de la conducción de los fuegos.

Las alternativas en la presión se traducen siempre en dilataciones y contracciones á que se sujeta el material de las calderas, con daño propio. Y el empleo de una presión más baja que la del régimen, es sencillamente el despilfarro de dejar de utilizar la economía de combustible, que representa el empleo de presión más elevada.

La máquina podrá no acusar desde luego los perjuicios que esta censurable práctica acarrea; pero la vida de la caldera por un lado y el gasto de combustible por otro, testimonian por modo elocuente sus fatales y costosas consecuencias.

d).—Hacer de cuando en cuando una extracción superficial para sacar de la zona superior de la caldera la materia sólida y oleosa que se mantiene en suspensión, durante la vaporización del agua.

Esta extracción está muy indicada el verificarla en los momentos en que se vá á tomar el puerto, para que el agua que ha de quedar en la caldera esté en mejores condiciones.

e).—Contribuye mucho á la conservación de las planchas, la elección del lubricante empleado en cilin-



dros y distribuidores. Debe procurarse que el que se use, tenga su punto de vaporización á una temperatura más alta que la que corresponde á la presión con que trabaja el vapor.

Asímismo es provechoso, que la cantidad de aceites minerales gastada, no exceda del límite de lo estrictamente necesario, en evitación de aumento en el mal que ellos causan en definitiva al aparato generador, después del beneficio prestado al motor.

f).—El tiro forzado es causa que acorta la duración de la caldera y debe, por tanto, proscribirse en los vapores mercantes. No así el tiro activado, ó sea aquel otro que manteniendo en límites prudentes la actividad dada á los gases de la combustión, hace ésta más perfecta, sin daño alguno de las planchas y con notoria economía en el consumo de combustible.

g).—La práctica que muchos maquinistas siguen de abrir con indiferencia y sin método las puertas de tubos de las calderas, como medio empleado para que la presión no suba, no puede ser más perjudicial.

Este brusco enfriamiento que sufren los tubos y las placas de los mismos, es con daño importantísimo para la conservación de estas regiones, y fácilmente evitable con acudir á la válvula de seguridad, pues el desahogo de algún vapor—que es siempre solo un pequeño gasto—evita el mal apuntado, que es siempre grande y de trascendencia costosísima.



CAPITULO III

MÁQUINAS Y ELEMENTOS AUXILIARES QUE LAS ACOMPAÑAN

51. Clasificación de las máquinas según la presión de trabajo.
—52. Expresión del trabajo del émbolo.—53. Principales órganos de las máquinas de vapor.—54. Transformación del movimiento rectilíneo alternativo en circular continuo.—55. Condensador.—56. Expansión fija y variable.—56. Aparatos para cambio de marcha.—58. Clasificación de las máquinas de expansión sucesiva.—58 bis. Principio en que se fundan las turbinas.—59. Turbina Laval.—60. Turbina Parsons.—61. Motor Willams.—62. Máquina Westinghouse.—63. Poner una máquina en movimiento.—64. Cómo se debe parar.—65. Cuidados que debe tenerse durante la marcha.

51. Clasificación de las máquinas según la presión de trabajo.

Las máquinas se designan de muy distintos modos, y conviene al tratar de ellas empezar por señalar las diferentes denominaciones más generalmente admitidas para las mismas.



De baja presión.—El vapor tiene una tensión de 1'18 atmósferas.

Por caballo y hora el consumo de carbón es de 5 á 6 kilogramos.

La capacidad de la caldera debe ser de diez y siete á diez y ocho veces el volumen de agua evaporada en la hora; la cantidad de agua de la caldera, los $\frac{2}{3}$ de su capacidad.

Las ventajas que presentan las máquinas de baja presión, son:

a).—Poderse utilizar con ellas, calderas ya en uso, sin temor á accidentes.

b).—Ser poco numerosos los recalentamientos.

c).—Necesitar menor cantidad de materias lubricadoras, y

d).—Ser mejor y más fácil y económica la conservación del aparato.

Los inconvenientes:

a).—A igualdad de potencia, los cilindros tienen que ser mayores.

b).—El aparato en conjunto más voluminoso.

c).—La condensación debe ser forzada.

d).—Las averías en el condensador impiden seguir funcionando.

e).—No permiten utilizar el empleo en grande escala de la expansión, lo cual constituye su inconveniente más grande.

De media presión y condensación.—Presión de 2 á 4 atmósferas.

Por caballo y hora exige 2'5 á 3 kilogramos de carbón.

De alta presión con expansión y sin condensación.—Presión de 5 á 8 atmósferas.



Consumo de carbón de 4 á 5 kilogramos por caballo y hora.

De alta y baja presión. (Máquina compound).—Presión de ejercicio de 4 á 8 atmósferas.

Consumo de carbón de 1 á 1'5 kilogramos por caballo y hora.

En esto de las máquinas Compound debemos señalar todos los tipos que como tales son conceptuados.

Un cilindro pequeño llamado de alta y otro de dimensiones mayores que se denomina de baja y del cual escapa el vapor al condensador, es verdaderamente el tipo característico de la máquina Compound y el que está más generalizado.

Pero son igualmente Compound y solo así deben denominarse, todos los siguientes:

a).—Un cilindro de alta y dos de baja, siendo los tres de igual diámetro.

b).—Dos cilindros de alta y dos de baja, siendo iguales los dos de alta é iguales entre sí también los dos de baja. Generalmente, la colocación es superponer cada cilindro de alta á uno de baja, y otras veces colocarlos en fila cada juego.

c).—Máquina de seis cilindros, tres pequeños y tres grandes. Aquéllos superpuestos sobre éstos.

d).—Tres cilindros, pequeño uno de alta y dos de baja iguales, pero no del mismo diámetro que el de alta, como el caso a).

De triple expansión.—Presión de ejercicio de 10 á 12 atmósferas. Tres cilindros con diámetros desiguales.

El vapor entra en el más pequeño ó de alta, pasa al de media y en último término al más grande ó de baja y de allí al condensador.



Consumo de carbón, 0'5 á 0'80 kilogramos por caballo y hora.

También en las máquinas de triple expansión, puede el número de cilindros ser superior á tres, sin perder su carácter ni denominación el aparato, pues diferentes circunstancias y muy especialmente la frecuente necesidad de disminuir el volumen de los cilindros de baja y media, obliga á la subdivisión.

Las ventajas de las máquinas de alta, son:

a).—El aparato motor más reducido.

b).—Se puede funcionar sin condensador caso de avería.

c).—La expansión puede y es suficientemente grande para utilizarla con notoria ventaja, alcanzando una gran economía en el consumo de combustible.

De cuádruple expansión.—Presión de trabajo de 13'5 á 17 atmósferas.

Cuatro cilindros de desigual diámetro. El vapor toma entrada en el más pequeño, y del grande pasa al condensador después de haber recorrido los dos intermedios.

Consumo de carbón de 0'5 á 0'6 kilogramos por caballo y hora.

En las máquinas de cuádruple, la necesidad de reducir el diámetro de los cilindros de baja, obliga también á aumento del número de ellos, sin alteración del sistema, cuya disposición es lo único que se modifica ó cambia.

51 bis. Trabajo del vapor en una máquina.

El modo de trabajar el vapor en las máquinas (*figura 56*), es el siguiente:



Consideremos un vaso ó recipiente *A B* de forma cilíndrica, al cual separa ó divide en dos partes ó secciones un émbolo ó pistón *P*. Este pistón está unido á un vástago ó barra que sale por la cubierta ó tapa del cilindro, mediante una garganta que no permite el paso ni al aire ni al vapor.

El cilindro comunica por arriba y abajo: 1.º, con la

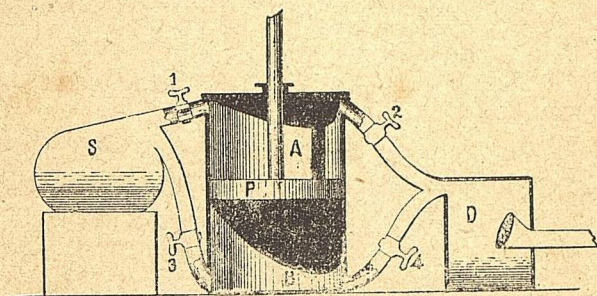


FIG. 56.

caldera *S*, en la que se genera ó produce el vapor; 2.º, con el condensador *D*, en el cual pasa al estado líquido después de haber trabajado; los cuatro tubos que se vén en la figura, pueden ser abiertos ó cerrados por las llaves ó grifos marcados con los números 1, 2, 3 y 4; el aparato no contiene aire.

Si las llaves 1 y 4 están abiertas, el vapor llega á *A* por encima del émbolo, con una fuerza de 1.033 kilogramos por atmósfera de tensión y por centímetro cuadrado de superficie del pistón, mientras que por la parte baja estando ella en comunicación con el condensador, no experimenta apenas presión alguna; el ém-



bolo descende, pues, con una fuerza aproximada á un kilogramo por atmósfera y centímetro cuadrado.

Quando el émbolo ha llegado al límite de su curso ó carrera, si se cierran las llaves 1 y 4 y se abren las 2 y 3, se producirá el mismo efecto en sentido inverso y el pistón subirá con la misma fuerza. Moviendo, pues, convenientemente estas llaves, el movimiento podrá continuar indefinidamente, si la caldera suministra constantemente vapor y si la condensación puede efectuarse.

52. Expresión del trabajo del émbolo.

Para expresar el trabajo realizado por el émbolo, supongamos sean:

S, número de centímetros cuadrados de superficie del émbolo.

K, el número de atmósferas de la tensión del vapor supuesta constante.

H, el curso ó carrera del pistón expresado en metros.

N, el número de carreras simples ó emboladas por segundo.

P, el número de caballos ó fuerza efectiva.

La fórmula será:

$$P = \frac{K \times S \times H \times N}{75}$$

ó bien, si N' representa el número de las dobles carreras ó emboladas completas en un minuto:

$$P = \frac{2 \times K \times S \times H \times N'}{60 \times 75}$$



Vamos á raciocinar sobre esta fórmula para explicar su fundamento:

Sabemos que la presión por centímetro cuadrado y por atmósfera, es 1,033 kilogramos; pero esta presión es en parte contrarrestada por la del vapor que está en comunicación con el condensador, por lo cual se despreja la fracción decimal y se admite como de un kilogramo por centímetro cuadrado y atmósfera, la presión efectiva.

Tenemos, pues, que

$K \times S$, es el número de kilogramos para toda la superficie del émbolo;

$K \times S \times H$, es el trabajo para una excursión ó carrera simple del mismo;

$K \times S \times H \times N$, es el trabajo en un segundo;

Y puesto que el caballo efectivo de vapor está representado por 75 kilogrametros en un segundo,

$$\frac{K \times S \times H \times N}{75}$$

será el número de caballos de vapor.

Si N' representa el número de veces que se ha efectuado el movimiento completo del émbolo, es decir, la doble carrera de ida y vuelta que produce una revolución completa en el eje de la máquina en un minuto, entonces:

$2 \times K \times S \times H \times N'$, será el trabajo en un minuto; si lo dividimos por 60, será en un segundo, y dividido además por 75, nos dará el número de caballos.

Se obtiene una fórmula más exacta, reemplazando K por $p - p'$, siendo p la presión en kilogramos por



centímetro cuadrado del vapor al salir de la caldera, y p' la del condensador.

Si la máquina no tiene condensación, ó por mejor decir, si el condensador es la atmósfera, p' será igual á 1,5 kilogramos próximamente.

Ejemplo: Se desea saber el trabajo realizado por un cilindro en las condiciones siguientes:

Diámetro del émbolo = 1 metro. Tensión del vapor = 160 libras ó 11 atmósferas. Carrera del émbolo = 40 centímetros. Número de excursiones por segundo 3, ó completas en el mismo tiempo 1'5.

La fórmula es:

$$P = \frac{2 \times K \times S \times H \times N'}{60 \times 75}$$

$$K = 11.$$

$$S = \pi r^2 = 3.141 \times (50)^2 = 3,141 \times 2500 = 7852 \text{ cm}^2.$$

$$H = 0'40 \text{ metros.}$$

$$N' = 90 \text{ por minuto.}$$

Sustituyendo:

$$P = \frac{2 \times 11 \times 7852 \times 0'40 \times 90}{60 \times 75} = 1391 \text{ caballos.}$$

Podíamos haber empleado esta otra fórmula:

$$P = \frac{D^2 \times C \times N \times P'}{0'28647}$$

Siendo

D = Diámetro del émbolo expresado en metros.

C = Su carrera también anotada en metros.

N = Número de revoluciones por minuto.

P' = Presión en kg. por centímetro cuadrado de superficie.



Sustituyendo:

$$P = \frac{1 \times 0'40 \times 90 \times 11}{0'28647} = 1392 \text{ caballos.}$$

Los Maquinistas de la Compañía Trasatlántica aplican preferentemente la fórmula inglesa que á continuación insertamos:

FUERZA EFECTIVA PARA CADA CILINDRO

$$F = \frac{(\text{Diámetro})^2 \times 0'7854 \times \text{Presión} \times \text{Carrera} \times 2 \times \text{Revoluciones}}{33000}$$

El diámetro en pulgadas; la presión en libras; la carrera en pies. Resultado, caballos efectivos.

Apliquemos los datos del ejemplo anterior á ella, convirtiendo antes en medidas inglesas las métricas.

Diámetro del émbolo, 1 metro = 39'36 pulgadas

Carrera del " 0'40 " = 1'312 piés.

Tensión del vapor 11 atmósferas = 160 libras.

Revoluciones = 90.

$$F = \frac{(39'36)^2 \times 0'7854 \times 160 \times 1'312 \times 2 \times 90}{33000} = 1393 \text{ caballos efec.}^s$$

Todavía más sencillo que la anterior fórmula, es el tipo de cálculo que presentamos á continuación, en el que solo multiplicaciones deben hacerse, mediante colocar el número constante 0'0000238 en sustitución de la división de 0'7854 por 33000. Es decir, que la fórmula inglesa en su expresión más sencilla, y que es verdaderamente con la que se practica, se reduce á lo siguiente:



Fuerza indicada = 0'0000238 D² 2 C N P.

Aplicando los mismos datos del anterior ejemplo,

39'36	. . .	Diámetro en pulgadas.
39'36		
23616		
11808		
35424		
11808		
1549'2096	. . .	Cuadrado del diámetro.
1'31	. . .	Carrera en piés.
15482096		
46476288		
15492096		
2029'464576		
180	. . .	Duplo de las revoluciones.
16236		
2029		
365260		
160	. . .	Presión por pulgada cuadrada.
219156		
36526		
58441600		
0'0000238	. . .	Cantidad constante.
4675328		
1753248		
1168832		
1390'9100800	. . .	Caballos de fuerza.

La *presión media* es la que se utiliza para este cálculo y debe ser obtenida por medio de los diagramas, como más adelante se indicará.



Otro ejemplo: ¿Cuál es la fuerza en caballos de una máquina con las siguientes características?

$D = 5$ pies, carrera = 72 pulgadas, $R = 30$ y presión = 60 lbs.

60	. . . .	Diámetro en pulgadas.
60		
3600		
6	. . . .	Carrera en pies.
21600		
60	. . . .	Duplo de las revoluciones.
1296000		
60	. . . .	Presión en libras.
77460000		
0'0000238	. . . .	Cantidad constante.
62208		
23327		
15522		
1850'6880000	. . . .	Caballos de fuerza,

Estas fórmulas no dán realmente la potencia de una máquina, por las siguientes razones:

1.º En ellas se supone que el vapor tiene la misma tensión en el cilindro, lo cual nunca se verifica, como más adelante evidenciaremos.

2.º Los resultados que se obtengan solo podrán representar el trabajo del pistón; porque para obtener el del propulsor sería necesario restar todas las resistencias inútiles ó pasivas, que ocasionan los rozamientos de las piezas movibles, el trabajo de la bomba de aire, el de la alimentación, etc., etc.

En una buena máquina el trabajo del propulsor es aproximadamente la mitad de el del émbolo.



53. Principales órganos de las máquinas de vapor.

Los órganos esenciales de una máquina de vapor, son:

1.º Un aparato que produzca vapor, con una tensión determinada para la resistencia que deba vencer el pistón y en cantidad suficiente para obtener el número de revoluciones necesarias á la velocidad que se quiera alcanzar: este aparato ú órgano, es la *caldera ó generador*.

2.º El *cilindro de vapor* ó simplemente *cilindro*, cuyo objeto ya ha sido explicado.

3.º El aparato destinado á la distribución ó *distribuidor*, que llena el oficio de las cuatro llaves ó grifos indicados para la demostración elemental del juego del vapor.

4.º El *condensador*, recipiente de forma arbitraria, en el cual el vapor pasa al estado líquido.

5.º La *bomba de aire*, que extrae el agua de la inyección en los condensadores de inyección y el aire en ella disuelto ó solamente el agua condensada en los de superficie para conducirlos á la *cisterna*.

6.º La *cisterna*, recipiente de forma arbitraria donde se deposita el agua que ha de servir para la alimentación, y cuyo excedente vuelve al mar por medio del *tubo de descarga*.

7.º La *bomba alimenticia*, que toma el agua de la cisterna y la conduce á las calderas con ó sin el intermedio del calentador y filtro.

8.º El sistema de transmisión del movimiento del émbolo al eje de la máquina por el intermedio de las *barras de conexión y cigüeñales*.



9.º El *eje principal* con sus accesorios, los ejes secundarios y el de cigüeñales.

El cilindro de vapor AB (*) es un cuerpo de hierro fundido, teniendo en su interior una forma perfecta-

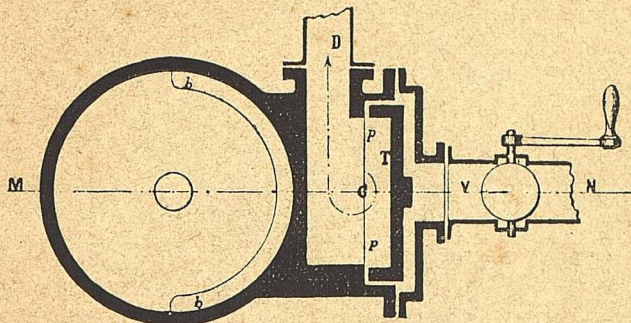


FIG. 57.

mente cilíndrica, y al exterior la misma, salvo la parte en donde están colocados los orificios a, b, c , que representa una superficie plana y cuyo ancho es próximamente igual al diámetro del cilindro. Esta superficie se

(*) En todas las explicaciones que se relacionan con el cilindro, nos referimos á las figuras 57, 58 y 59.

Las mismas letras se emplean en ellas.

La figura 57 representa un corte horizontal, según la línea RQ de la figura 58.

La figura 58 representa un corte vertical, según la línea MN de la figura 57 y XY de la figura 58.

La figura 59 representa la vista en elevación ó proyección vertical del lado del espejo y desprovisto del distribuidor, para que puedan observarse los orificios para la admisión y evacuación.

llama *placa de fricción* ó *espejo p*. Sobre ella se aplica el distribuidor *T*.

De las dos bases del cilindro, la una es fija y algunas veces fundida con el mismo cuerpo y se la llama *fondo del cilindro*; la otra que se denomina *tapa* y que está atravesada por la barra ó vástago *K* del pistón, se liga

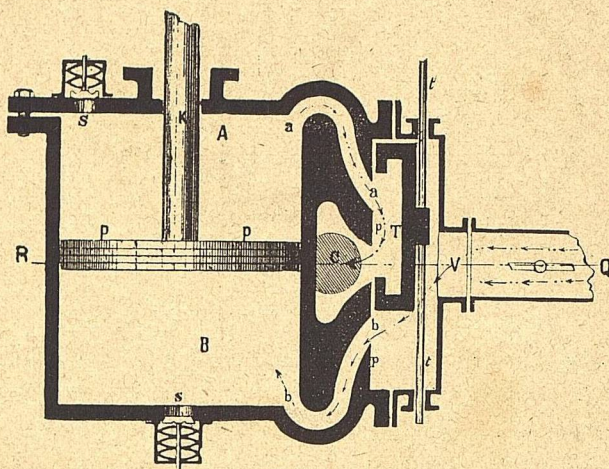


FIG. 58.

convenientemente al cilindro por un número suficiente de pernos y tuercas.

La forma en las anteriores líneas descrita, es la generalmente adoptada no solo en las máquinas antiguas, sino también en aquellas nuevas cuya pequeñez ó escasa importancia excusa el empleo de sistemas más perfeccionados.

Pero desde que se trata de poderosos y modernos aparatos, ya no hay que considerar únicamente el cuerpo

del cilindro y las tapas como los solos elementos esenciales, sino que debe agregarse además á estas piezas la *camisa* ó cuerpo interior.

Un cilindro, pues, de una máquina moderna, aparece constituido ó formado de la siguiente manera:

Cuerpo exterior del mismo, de fundición de hierro y limitado por uno de sus extremos por las diversas piezas que en conjunto constituyen el fondo; pieza tubular de acero fundido ó comprimido llamada *camisa*, que se ajusta con esmero por ambos extremos y aun á trechos por el medio dentro del cuerpo exterior, quedando entre ambos un espacio anular de 20 á 30 centímetros destinado á la circulación del vapor; por último, la *tapa*.

La sola disposición enunciada, pone bien claro de manifiesto, la necesidad de que la instalación de las camisas ó cuerpos interiores de los cilindros se lleve á cabo de la manera más cuidadosa, á fin de evitar pueda comunicarse la capacidad del cilindro con la de la galería por donde circule el vapor.

Los *orificios* del cilindro son:

1.º El lugar necesario para el paso de la barra ó vástago que atraviesa la tapa y que tiene una garganta, figurada en los dibujos 58 y 59.

Esta garganta se dedica á dejar libre el movimiento de sube y baja del vástago, impidiendo al mismo tiempo el paso del aire y del vapor, lo que se consigue con el *prensa estopas*. Esta misma instalación se establece en todas las circunstancias análogas para el movimiento de un órgano.

2.º Los orificios de la admisión del vapor *a b*, que se abren interiormente en las extremidades del cilindro



y exteriormente sobre la placa de fricción. Su longitud es mucho mayor que su altura, como puede verse inspeccionando la figura 59.

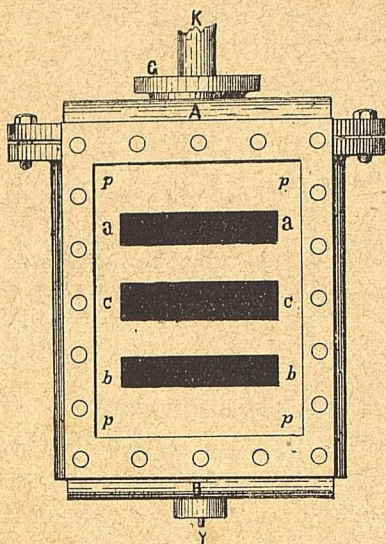


FIG. 59.

3.º En todas las máquinas provistas de distribuidores de concha, entre los orificios de la admisión se abre sobre la placa el de la evacuación *c*, que no atraviesa la pared del cilindro, sino que lo circunda ó rodea en parte hasta buscar la salida por un tubo, ó bien como la figura 58, en línea recta á buscar el tubo *D*,

que comunica con el condensador.

4.º Las válvulas de seguridad *s*, ordinariamente colocadas en las dos bases del cilindro, que se mantienen cerradas por un resorte y se abren para dejar escapar el agua que proviene de la condensación en el interior del cilindro, ó como consecuencia de proyecciones de la caldera. Sin estas válvulas, el agua que es incompresible, encontrándose comprimida entre el émbolo y la tapa ó fondo del cilindro, podría determinar la rotura de estas piezas. En algunos cilindros, las válvulas son reemplazadas por dos grifos de purga que de tiempo en tiempo se abren.



5.º Los conductos para la lubricación con sus correspondientes grifos, que permiten dejar entrar en el cilindro el sebo derretido aspirado por el vacío que en el interior se produce cada vez que se efectúa la evacuación en una de sus partes.

El émbolo ó *pistón* (figuras 60 y 61) es un disco de fundición compuesto de varias partes: el cuerpo del émbolo, la corona ó anillo y la garganta para el empaquetado.

La figura 60 es una sección diametral del cuerpo del émbolo, de la corona *C* y de las gargantas metálicas; el hueco *a* sirve para alojar el empaquetado *g g'*; *c c'*, es otro hueco anular cuyo único objeto es hacer más ligero el émbolo; *B*, es el rebajo para el vástago del pistón; y últimamente, *d d* son los pernos pasantes que cierran y aseguran la corona.

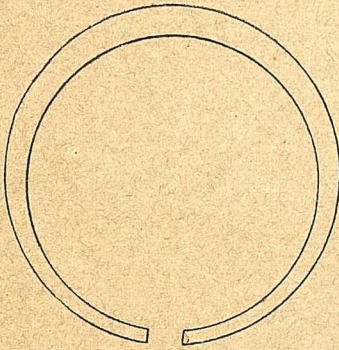


FIG. 61.

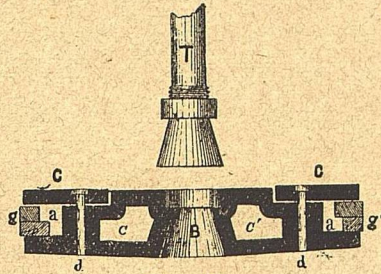


FIG. 60.

Los empaquetados están compuestos de dos círculos de fundición (figura 61) de un diámetro algo mayor que el del cilindro. Un

arco de su circunferencia está cortado, á fin de que se les pueda cerrar y hacer entrar en el cilindro, contra el cual, en virtud de su elasticidad, se aplican.

Cuando el cuerpo del pistón se arma, se colocan los dos empaquetados, el uno por encima del otro y de modo que las hendiduras ó arcos cortados se correspondan con los extremos de un mismo diámetro. Después se coloca la corona ó anillo y se la asegura.

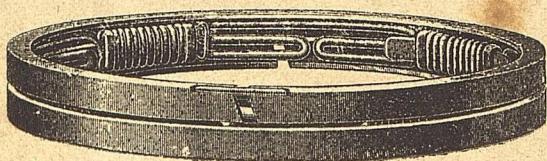


FIG. 62.

En las modernas máquinas, estos empaquetados tienen mayor complicación (*fig. 62*).

El *vástago* (*T, fig. 60*) es una barra cilíndrica de hierro ó mezcla de hierro y acero. La parte inferior de ella está provista de un tronco de cono que se aloja en la parte hueca *B* del pistón. Por la parte superior de este tronco-cono, lleva una parte cilíndrica roscada destinada á recibir una tuerca circular.

Esta instalación asegura la fijeza de la barra con el émbolo.

El órgano que sirve para el conveniente reparto del vapor, se llama distribuidor; cuando la máquina está en movimiento, el distribuidor es movido por la máquina misma.

El más generalmente usado en máquinas de peque-



ñas dimensiones, es el de *concha*, representado en corte horizontal (*fig. 57*) y en corte vertical (*fig. 58*); se apoya sobre la placa de fricción ó espejo p y está sostenido por su vástago t , siendo fuertemente comprimido sobre la placa ó espejo cuando la máquina funciona, por la presión del vapor. Los bordes ó cantos $d d'$, $e e'$ paralelos á los orificios, se llaman *barretas*, y su distancia $d' e$ debe ser tal, que uno de los orificios de la admisión y el de la evacuación quedan al mismo tiempo encerrados en el interior del distribuidor.

La placa de fricción y el distribuidor¹⁴ los contiene una caja C' , generalmente llamada caja de distribución, á la cual llega el vapor; éste no puede pasar más que por el orificio que el distribuidor descubre.

Así en la figura 58, con la posición que el distribuidor ocupa, permite que el vapor que está en la parte superior del émbolo pase por el orificio a al condensador, al mismo tiempo que por el b alcanza entrada el que procede de la caldera, viniendo por el tubo Q . Consecuencia de esto, que el émbolo sube; pero antes que llegue á la extremidad de su carrera, el distribuidor ha cambiado de posición y en sentido inverso se produce el juego del vapor, es decir, admitirá por arriba y evacuará por abajo.

Las crecidas presiones que se utilizan en los cilindros de alta de las máquinas modernas, requieren el empleo del *distribuidor cilíndrico* (*fig. 63*).

Ordinariamente está formado por dos émbolos que, montados en un vástago común á ambos, muévense dentro de una caja cilíndrica de distribución.

En la figura 63, p y p' son los émbolos provistos de empaquetados y constituidos por anillos metálicos;

M y N , los espacios de la caja de distribución comprendidos entre los primeros y las tapas, y en cuya zona realizase la evacuación por los orificios c ; a b , los orificios para la introducción; A y B , los espacios

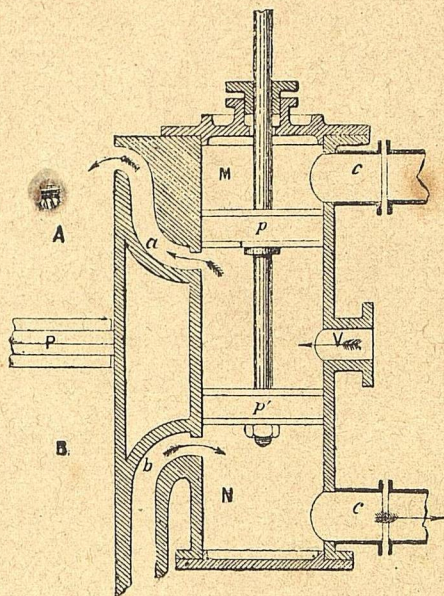


FIG. 62.

del cilindro que corresponden á la parte superior é inferior del émbolo ó pistón.

Cómo se vé por la simple inspección de la figura, el vapor entra en A por a , y sale de B por b .

Los distribuidores de esta clase presentan la importante ventaja, de que la acción del vapor no se traduce en ellos por fuerte presión que los comprime sobre el

espejo ó placa de fricción. El peso del distribuidor y el reducido rozamiento que los empaquetados tienen con la caja del aparato, son las únicas resistencias á vencer; en cambio de estas ventajas, su utilización exige un perfecto ajuste de los émbolos, sin el cual fácil sería tuvieran lugar los escapes de vapor, de unos á otros departamentos del aparato.

El *distribuidor* de Watt ó distribuidor de *D*, es en un principio un distribuidor semejante al cilíndrico: la diferencia estriba en que la sección de las barretas es semicircular, cuya forma obliga á modificaciones en algunos detalles.

Estos dos distribuidores tienen la ventaja de ser perfectamente equilibrados; es decir, que la presión del vapor se ejerce igualmente en todos sentidos, no oponiéndose nunca á su marcha.

En el distribuidor de concha, el exterior está en comunicación con la caldera y el interior con el condensador; la diferencia de las presiones con que el vapor actúa en uno y otro caso sobre el mismo cuerpo, se traduce en rozamiento considerable sobre la placa de fricción ó espejo, cuya importancia se evidencia diciendo, que en algunas máquinas el trabajo perdido llega á representar hasta 10 caballos.

El inconveniente apuntado se ha podido en parte aminorar en los distribuidores de concha de que nos ocupamos, construyéndose *distribuidores compensados* ó *equilibrados*, que son los que generalmente se utilizan

No hace falta esfuerzo grande de inteligencia para comprender, que el movimiento del distribuidor representa un gasto de la fuerza de la máquina ó trabajo motor, cuya importancia crece con su peso por un lado



y por otro con la presión que sobre el espejo ejerce la corredera, como consecuencia de actuar el vapor fuertemente sobre ella.

Evidente es, por tanto, que en las modernas máquinas que tan elevadas presiones emplean, se impone la necesidad de una especial disposición para los distribuidores, que evite, ó al menos aminore, en parte los inconvenientes apuntados, y entre ellos más princi-

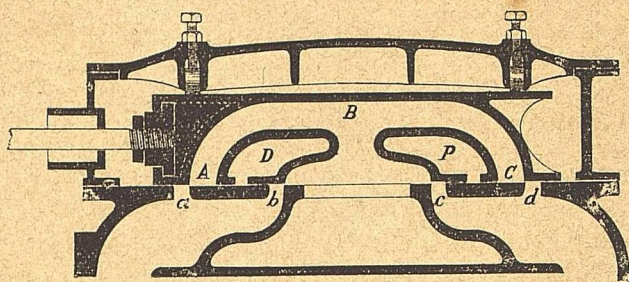


FIG. 64.

palmente el de la fuerte presión de la válvula contra el espejo.

De aquí los *distribuidores equilibrados*, cuya descripción á continuación presentamos y con los cuales alcánzase el fin apetecido, mediante un reparto del vapor en el distribuidor que equilibra ó compensa sus esfuerzos, y como derivada consecuencia de ello, un aumento en el número de orificios del cilindro.

El examen de la figura 64 enseña, que el número de éstos es de cinco, en lugar de tres que vimos tenía el anteriormente descrito.



El de la evacuación *o* permanece único y con igual misión de conducir, bien al condensador como es lo más general, ya á la atmósfera, el vapor utilizado; pero los de la admisión precisa dividirlos en dos *ab* y *cd*, para que al mismo tiempo que permiten la entrada del vapor de la caja del distribuidor en la forma y manera acostumbrada en los demás aparatos de igual índole, lo hagan también en cada caso con el vapor de las capacidades ó galerías *D* y *P*, en que estriba la novedad eficaz que el equilibrio ocasiona, al circular en su interior el vapor que llena la caja de distribución.

Conocida la disposición del espejo *HH* y corredera, se vé que la forma adoptada es tal, que si esta última se mueve hacia la derecha en términos de que el orificio *A* se descubra y pase al conducto *L* el vapor de la caja de distribución *HFFH*, también el orificio *C* presta al mismo tiempo eficacísima cooperación, admitiendo vapor para abastecer el cilindro del contenido en la galería *D* en su inmediación colocada.

De lo expuesto resulta, que desde el momento en que empiezan á abrirse estos orificios, se obtiene para cada fracción de carrera del distribuidor un área disponible de admisión del vapor dentro del cilindro, doble de la que correspondería para igual traslación de un distribuidor ordinario que se moviera sobre un espejo, en el que cada orificio extremo tuviera una altura, contada en el sentido de la carrera del émbolo, igual á la suma de las que poseen los *a* y *b* ó los *c* y *d*. De aquí un menor recorrido para la corredera de los distribuidores equilibrados, en comparación con otro igual que no llenase este requisito, á cuya disminución de gasto únese la que origina la simplificación de tra-



bajo aportada por las galerías *D* y *P*, en las cuales el vapor, como hemos dicho, tiende á separar la corredera del espejo, haciendo, por tanto, más fácil su movimiento.

La *válvula de cuello* (fig. 65), es una válvula muy parecida á la de comunicación descrita en el Capítulo II, cuyo objeto es impedir ó facilitar la llegada del vapor á los diversos aparatos que lo distribuyen.

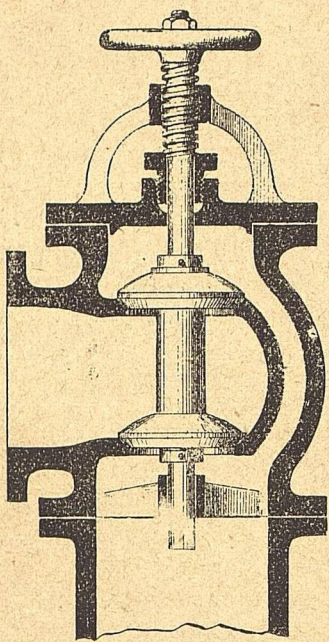


FIG. 65.

Indudablemente que sin su auxilio y valiéndose de las de comunicación ó correderas que maniobran sobre los espejos de los distribuidores, pudieran regimentarse los movimientos del aparato motor; pero con semejantes medios, aunque valederos para el objeto que se persigue, nunca se alcanzaría la facilidad y prontitud que para tales maniobras se

requiere y desde luego permite el órgano aludido.

Para aceptar como bueno este juicio, bastará la consideración de que generalmente las válvulas de comunicación son tantas como calderas tiene el buque. Evidente es, además, que la de cuello que nos ocupa, simplifica el manejo de las máquinas, en lugar de com-

plicarlo, como á primera vista parece, por cuanto su cierre equivale al de todas las válvulas de comunicación, cuyo número en buques de gran porte puede llegar á ser crecido.

Otro punto de vista no menos interesante es, el de la necesidad que en momento determinado puede haber de interrumpir rápidamente el paso del vapor á las máquinas, resultado obtenido con más facilidad actuando sobre un solo órgano que no sobre varios.

Por último, ocurre á veces, que el cierre imperfecto de alguna válvula de comunicación estando la máquina parada, permite escapes de vapor que, llegando en ocasiones hasta los cilindros, ejercen un empuje inconveniente contra sus émbolos y dá origen en aquéllos y en las cajas de las correderas á una acumulación de agua al condensarse, que puede llegar á ser peligrosa.

Una *chumacera* (fig. 66), es una instalación que tiene por objeto mantener en una posición invariable un eje que gira. Existen muchas formas diferentes para este género de instalaciones; pero lo esencial en ellas queda explicado con la figura 66, á que nos referimos.

A A es un armazón de hierro fundido, empernado sólidamente á la placa general de asiento en que descansa toda la máquina. En su hueco rectangular, son colocados dos bronce *c c'* alojados en una caja prismá-

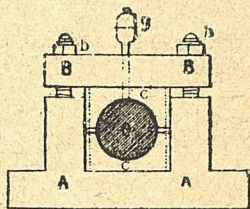


Fig. 66.

tica á la que no pueden abandonar, siendo esta misma su forma exterior y semicilíndrica la interior. El eje que gira *o*, se aloja en el hueco cilíndrico existente entre los dos bronce. Los sujeta ó cierra una placa

BB, llamada *sombrero de la chumacera*, por medio de los pernos, asegurados con chavetas y tuercas.

El sombrero ó tapa lleva su correspondiente lubricador *g*, necesario para hacer llegar el aceite hasta el luchadero del eje, mediante estar taladrada la tapa y provisto de ranura el bronce superior, para permitir el pase de la materia grasa.

Una *articulación* (figuras 67 y 68), es una instalación destinada á ligar dos piezas que deben girar ú oscilar la una alrededor de la otra, como sucede con una barra y su cigüe-

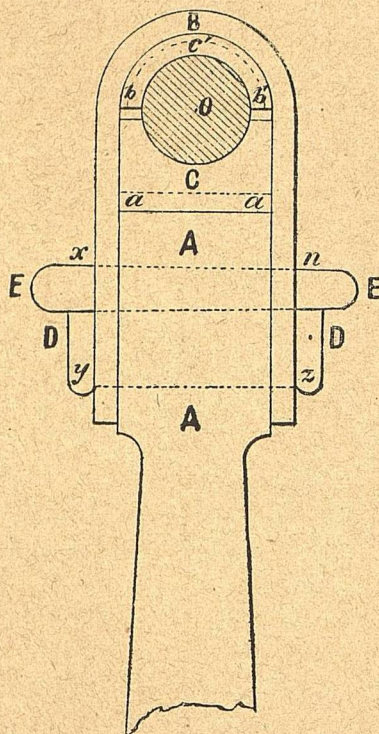


FIG. 67.

ñal, ó el vástago de un émbolo. La articulación que representa la figura 68, es la más generalmente usada.

En la figura 67, la barra termina en una pieza rectangular *A*; sobre esta pieza descansa ó se apoya el

bronce inferior *C*, sostenido por un pequeño resalte ó espiga *a a*; el eje del cigüeñal estando en *o*, se le coloca el bronce superior *c'* y después la pieza *B*. El bronce superior está mantenido en su posición por uno ó dos salientes *b b'*; para el cierre ó sujeción de todas estas diferentes piezas, el extremo *A* de la barra y la parte del collar *B* que le corresponde, ván atravesados por otra pieza de forma de trapecio

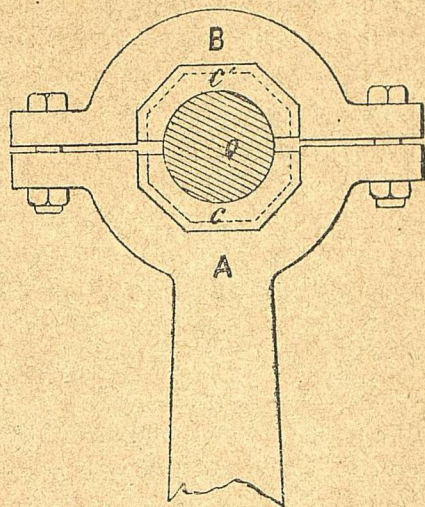


FIG. 68.

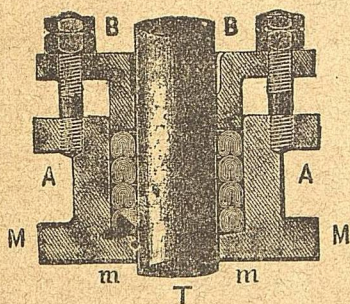


FIG. 69.

x y z n, la que se asegura por medio de la claveta *D D* y contravaveta *E E*, introducida esta última á golpe de martillo.

Entre los orificios abiertos en las tapas de los cilindros, hay uno que sirve para dar paso á piezas móviles de sección circular igual á la

de los orificios, en cuya instalación hay necesidad de incomunicar el interior del cilindro con la atmósfera, lo que se consigue por medio de los *prensa-estopas*.

La figura 69 nos representa el vástago *Ty* el prensa.

Generalmente estos aparatos se componen de tres partes: la caja, uno ó más casquillos y el prensa propiamente dicho.

La tapa *MM* del cilindro está provista de un orificio circular *mm*, de un diámetro un poco mayor que el vástago que por ella ha de pasar; sobre este orificio está colocada la caja cilíndrica *AA*, en la cual se alojan los casquillos ó empaquetados de trenzas de cáñamo (los hay también metálicos muy empleados hoy día), que forman la garganta que ha de rodear á la barra que gira; estos empaquetados están comprimidos por un anillo *BB*, del cual una parte entra en la caja. Al comprimirse la garganta oblicuamente, se ajusta en el vástago.

El cierre se obtiene por medio de pernos de tornillo, y en la parte superior del prensa vá una especie de copa ó depósito donde se coloca la materia lubricadora; instalación esta última que se modifica en su colocación, si la barra ó vástago fuese horizontal y no vertical, como en la figura que analizamos.

Cuando se aprieta un prensa para impedir escapes de vapor, conviene hacer girar á todos sus pernos el mismo ángulo, lo cual es difícil si la operación se practica á mano y perno por perno. Se remedia este inconveniente, instalando sobre la tapa del cilindro un engranaje, con cuyo auxilio todos los pernos de un prensa recorren á la vez caminos iguales.

En las máquinas que trabajan á altas tensiones, los empaquetados suelen ser mixtos.



54. Transformación del movimiento rectilíneo alternativo en circular continuo.

Para dar una idea de como se transforma el movimiento *rectilíneo alternativo* en movimiento *circular continuo*, supongamos (*fig. 70*) que el movimiento del punto X extremidad del vástago T de un émbolo, y el cual se traslada alternativamente de A á B y de B á A , quiere transformarse en movimiento de rotación continuo alrededor de un árbol, cuyo eje o se supone perpendicular al plano de la figura y situado en la prolongación de la línea $A B$.

El medio empleado para este objeto en las máquinas varía muy poco del que nosotros pasamos á indicar.

Se fija al árbol una pieza rígida llamada *cigüeñal*, que en el dibujo se representa por su eje $O Z$ y teniendo exactamente de longitud la mitad $A B$; después se articula á los dos puntos X y Z una pieza también rígida, llamada *barra de conexión*, que los mantiene siempre á la misma distancia $A a = B b = X Z$.

Es evidente, que para todas las posiciones del punto X intermedias á A y B , el movimiento de este punto

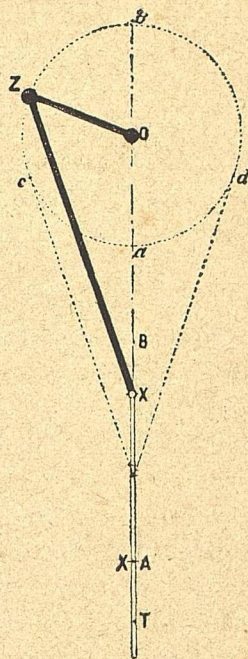


FIG. 70.

producirá la rotación del punto Z sobre la circunferencia $a b c d$, ya sea en un sentido ó en el otro.

Pero en estas dos posiciones A y B , el vástago T , la barra y el cigüeñal encontrándose formando una línea recta, dará lugar á que todo el esfuerzo del primero se traduzca en llevar el punto o hacia a ó hacia b , movimiento este imposible por estar el punto o fijo. Así, pues, se efectuará una detención ó parada, si los puntos a y b no son rebasados por el punto Z , bien como consecuencia de la misma velocidad adquirida de antemano ó ya por otro procedimiento.

Estas posiciones A y B del punto X , correspondientes á las a y b del punto Z , se llaman *puntos muertos*; tienen lugar evidentemente, cuando el pistón se encuentra en las extremidades de su carrera, diciendo entonces que se halla en sus puntos muertos.

La transmisión de movimiento, que no siempre es la misma, pues varía con los diferentes sistemas de máquinas, se compone esencialmente de la barra de conexión articulada por un extremo al vástago y por otro sobre un cigüeñal del árbol de la máquina ó eje principal. Por esta instalación, el movimiento rectilíneo alternativo del émbolo ó pistón, queda transformado en movimiento circular continuo del árbol principal.

Es fácil ver, sin embargo, que cuando el émbolo está en los extremos de su carrera, su movimiento no tiende á hacer girar el cigüeñal, sino solamente á quebrar el eje principal. Se remedia este inconveniente por medio de los avances á la admisión y á la condensación. En tierra, generalmente se consigue este mismo objeto, por medio de los volantes, cuyo papel es vencer la resistencia de los puntos muertos, como consecuencia



de la velocidad de que están animados los primeros. Además, la mayor parte de las máquinas marinas se componen de dos, tres ó más máquinas conjugadas sobre el mismo árbol ó eje, de tal manera, que cuando la una está á la mitad de su curso ó carrera, la otra se encuentra en sus puntos muertos, si ellas son dos. Cuando son tres, por ejemplo, los tres cigüeñales forman entre sí un ángulo de 120° .

55. Condensador.

El *condensador* (Figuras 71, 72 y 73), es una caja ó depósito de fundición, al cual vá á parar el vapor á su salida del cilindro para ser condensado: su forma y sitio de colocación son arbitrarios; debe tener cuando menos la mitad del volumen del cilindro.

La condensación puede efectuarse de tres modos diferentes: por *comprensión*, *expansión* y *enfriamiento*.

La primera tiene lugar cuando se disminuye el volumen ocupado por el vapor que está en contacto con el líquido que lo produce.

La condensación por *expansión* se verifica, cuando se deja escapar el vapor del recipiente que lo encierra á un medio más amplio y que posee una tensión menor. Ejemplo de esta forma de licuación lo encontramos en la salida ó escape á la atmósfera del vapor por las válvulas de seguridad de las calderas. Caracteriza á este vapor el aspecto de nube blanca, que es precisamente lo que hace diferenciar el *vapor acuoso* ó con partículas líquidas, del *vapor seco*, que es invisible y trasparente como el aire.

La condensación por *enfriamiento* se realiza, cuando se introduce el vapor en un medio más frío que él ó á más baja temperatura.



Se emplean dos procedimientos para obtenerla.

El primero estriba, en hacer llegar una inyección de agua fría al recipiente en que el vapor se aloja para ser condensado. Esta agua fría mézclase con el vapor, y la condensación así alcanzada se dice está obtenida por *inyección* ó *mezcla*, y al condensador se le llama entonces *de inyección*.

El segundo consiste en refrescar las paredes y tubos de los espacios ocupados por el vapor, mediante la circulación del agua fría, la cual roba calor al vapor á través de las paredes de las superficies puestas en contacto con el mismo. Esta forma de condensar llámase por *contacto*, y el condensador, condensador de contacto y más generalmente de *superficie*.

La condensación por *enfriamiento*, ya sea alcanzada por el uno ó el otro medio que se acaba de indicar, es la exclusivamente empleada en las máquinas de vapor, y en las de alta presión, generalmente la de contacto.

En los modernos condensadores de superficie, el vapor rodea á los tubos y el agua refrigerante circula por su interior.

Esta circulación del agua se alcanza, bien ingiriendo agua por medio de bombas al efecto dispuestas, ó por el contrario, extrayendo con esas mismas bombas el agua que se deja llegar hasta las cámaras de agua.

El sistema que mejor conviene adoptar, subordinase en la generalidad de los casos, al espacio disponible, tipo de máquinas de que se trata y otros particulares de menor importancia.

Con las calderas multitubulares no pueden emplearse condensadores de inyección de agua salada.

Ocorre lo mismo con las tubulares cuando trabajan á presiones elevadas.



Podemos decir que los condensadores de superficie son los casi exclusivamente empleados hoy día.

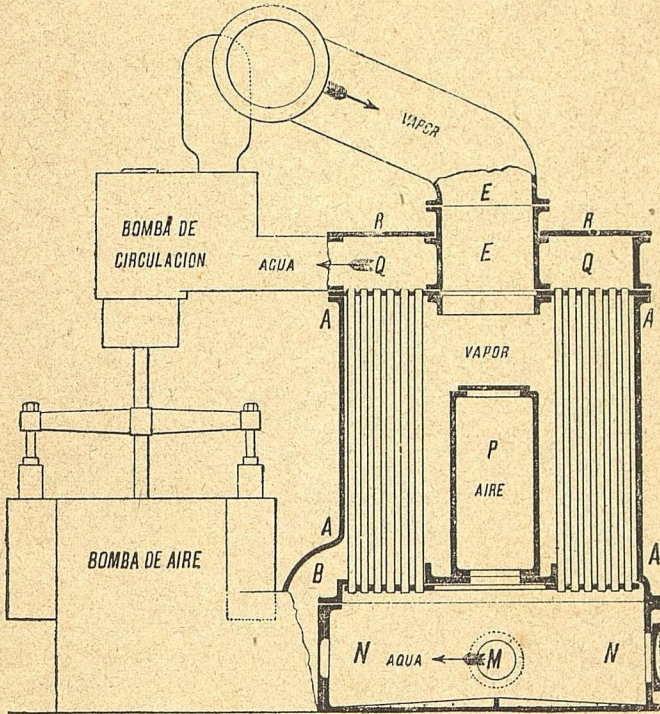


FIG. 71.

La figura 71 da idea de un tipo de condensador de superficie con tubería vertical.

Consta de tres cuerpos: el inferior N, por donde el agua efectúa su entrada; cuerpo intermedio A, en donde está la tubería y cámara de condensación; y por último,

del tercero Q , en relación con la caja de válvulas de la bomba de circulación y descarga.

La marcha del agua y del vapor es siempre en sentido inverso para que el agua más caliente se encuentre con el vapor más caliente.

Lo que es indiferente, y hay casas inglesas que construyen indiferentemente unos y otros, es la circulación del agua por fuera ó por dentro de los tubos, y por consiguiente, el vapor por dentro ó por fuera.

Cada sistema tiene sus ventajas y sus inconvenientes. En Francia está reglamentado que el agua circule por el interior de los tubos. En Inglaterra, ya hemos dicho se usa indistintamente una ú otra forma.

Por el tubo M que arranca del costado, entra el agua del mar aspirada por la bomba de circulación. Afluye al departamento inferior N ; enseguida dentro de los tubos, cuyo aire arrastra y deposita en P , á quien convierte en regulador de velocidad del agua; por último, pasa el líquido al cuerpo superior Q , caja de válvulas de la circulación y tubo de descarga.

Interin esto ocurre, el vapor que ha trabajado en los cilindros, acude al cuerpo intermedio A por el tubo de evacuación E , aquí se expansiona rodeando los tubos, y licuándose, cae al fondo de la caja de la cual sale por el conducto B y pasa al depósito. La bomba de aire lo aspira en unión del aire, pasando á la cisterna.

Las ventajas é inconvenientes de la condensación, son los siguientes:

Entre las ventajas, figura como la más principal, el que la presión del vapor que se opone al movimiento de avance del émbolo, solo llega á la pequeña cifra de



60 á 70 gramos por centímetro cuadrado de superficie. El aire que en más ó menos cantidad siempre contiene el condensador, hace variar esta presión de 80 á 350 gramos, según el vacío más ó menos perfecto; en cambio, en las máquinas sin condensación, evacuándose el vapor al aire libre, tiene una tensión de 1 á $1\frac{1}{2}$ atmósferas, lo cual dá por la parte del émbolo cuyo vapor se evacua, una presión aproximada de 1.250 gramos por centímetro. La resistencia, pues, que tiene que vencer el émbolo, es en las máquinas sin condensación extremadamente superior.

No es esta la única ventaja que resulta de disminuir la contrapresión.

Se ha creído equivocadamente que sería más conveniente no usar la condensación y aumentar algunos kilos de presión en calderas.

Nada más erróneo. Se demuestra teóricamente, lo cual no se aparta mucho de la realidad, que el empleo de la condensación equivale á un aumento de 20 kilos de presión en calderas. Vemos que representa una economía grande. Además, con la condensación, se puede aumentar el grado de expansión y aumentar, por tanto, el trabajo de la máquina.

Figura también entre las ventajas, obtener agua para la alimentación con temperatura y condiciones de pureza altamente beneficiosas.

Los inconvenientes son: el espacio ocupado por el condensador, la cisterna y bomba de aire; el peso de estos aparatos y además el del agua de la inyección; últimamente el trabajo gastado en poner en movimiento las bombas de aire y de circulación.

El tubo de inyección (figuras 72 y 73) es un tubo que



comunica por una parte, con el mar por debajo de la línea de flotación, y por la otra, con el condensador por encima de las válvulas colocadas al pié de la bomba de aire. En la parte introducida en el condensador, termina en una especie de regadera por donde el agua sale en forma de fina lluvia.

Este tubo puede ser cerrado cerca del costado por un grifo, llamado de seguridad, llevando además otro cerca del condensador, que sirve para regular la inyección. Esta debe ser proporcional á la velocidad de la máquina; no solo porque cuanto menos gasto de vapor haya, menos agua necesita el condensador, sino también porque la cantidad de agua extraída es proporcional á la velocidad del movimiento de la bomba de aire, que como se sabe es movida por el eje principal. Así, pues, si con una velocidad pequeña la inyección no se disminuyese, el condensador se llenaría, el agua acudiría á la caja del distribuidor, después al cilindro, lo cual podría dar lugar á averías importantes en el aparato principal.

La *bomba de aire* es la que extrae el agua y aire del condensador.

Las hay de dos clases, que son: de simple y de doble efecto, siendo esta última la más generalizada.

La de *simple efecto* (*fig. 72*), se reduce á un cilindro *A* dentro del cual funciona un émbolo, provisto de dos aberturas con sus correspondientes válvulas *p p'* que se abren de abajo hacia arriba. Comunica con el condensador *D*, por una canal provista de su válvula correspondiente *m*, y con la cisterna ó depósito *H* por otra *n*. La *m* se abre del condensador á la bomba, y la *n* de la bomba á la cisterna.



Supongamos que el pistón se encuentre en la parte baja de su curso y bañado por el agua de la condensación; cuando se eleve, hará el vacío entre él y el agua; esta agua forzada por la presión del aire contenido en el condensador, seguirá el movimiento del émbolo acompañándolo en su subida.

Cuando el émbolo baja, comprime al agua, lo cual dá lugar á que se cierre la válvula baja *m* y se abran

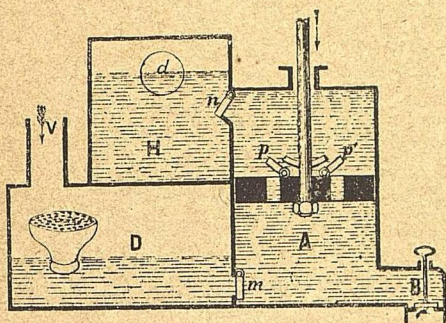


FIG. 72.

las *p p'*. El émbolo desciende, pues, á la parte baja del cilindro y el agua pasa por aquél á colocarse en su parte posterior, pues no puede volver al condensador. A su subida obliga á el agua que se ha colocado en su parte superior á pasar á la cisterna, abriendo la válvula de cabeza *n*.

En la figura 72 se ha representado una válvula *B*, que se abre á mano cuando se quiere purgar la máquina.

La bomba de *doble efecto* (fig. 73) consiste en un

cilindro *A*, ordinariamente horizontal, alojado en la caja que forma el condensador *D* y la cisterna *H*. Está provisto de un émbolo macizo *P*, que lo más frecuente es que reciba su movimiento directamente de la máquina. A las extremidades del cuerpo de bomba están dos cajas rectangulares *EE'*, provistas de válvulas *m m'*, *p p'*, abriéndose todas de abajo arriba.

Para comprender su manera de funcionar, supon-

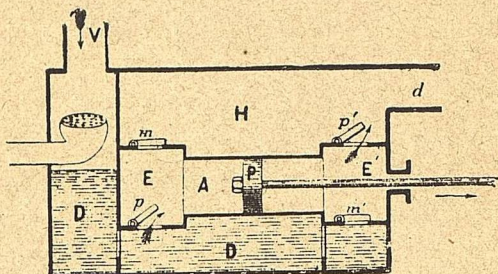


FIG. 73.

gamos que el émbolo se encuentra á la izquierda y que se inicia el movimiento hacia la derecha. El émbolo hace el vacío por detrás de él y como consecuencia de ello la válvula *p* se abre dando entrada al agua. Cuando el émbolo vuelve de derecha á izquierda, la *m'* se abre también y deja pasar el agua, pero la *p* se cierra por la presión del agua alojada en el cuerpo de bomba, abriéndose la *m* y dando salida al líquido para la cisterna.

En los condensadores de superficie, es frecuente el empleo de bombas *centrífugas* para producir la circulación del agua refrigerante.

La figura 74 representa un ejemplo de esta clase



de aparatos, cuya descripción es sencilla. Se compone de una rueda *H* de paletas curvas, movida por una maquina auxiliar. Esta rueda vá alojada dentro de la caja, con toda claridad, presentada en la figura.

Un tubo *D*, que parte del costado, permite la llegada hasta la bomba del agua del exterior. Otro tubo *F* que parte de la caja, proporciona salida al agua expulsada por la bomba y la conduce hasta las cámaras del condensador, cuyas capacidades recorre.

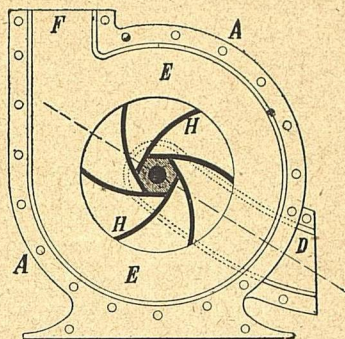


FIG. 74.

Su funcionamiento no puede ser más sencillo. El rápido movimiento rotatorio de la rueda, dá lugar á que el agua alojada entre cada dos paletas adquiera una velocidad centrífuga que la aleja del centro, y al mismo tiempo una marcha tangencial, que es la que la lleva á buscar la salida por *F*.

El vacío que se produce en los espacios inmediatos al núcleo de la rueda por efecto de estos movimientos, ocasiona la aspiración para llenarlos de agua nuevamente, con la que afluye por el tubo *D*.

En la figura dibujada, supónese que el giro de las paletas es de derecha á izquierda.

En las centrifugas modernas el movimiento es en la misma dirección, pero las paletas están colocadas inversamente á la posición en que se representan en el

grabado, con cuya disposición se alcanza—según la práctica ha evidenciado—una mejor utilización del aparato.

Terminaremos estas noticias sobre condensadores, consignando los siguientes datos que pueden ser de interés en muchos casos.

Para efectuar la condensación por inyección ó mezcla se necesita, de 23 á 30 litros de agua por cada kilogramo de vapor que se condensa, ó sea aproximadamente de 250 á 350 litros por caballo-hora.

Para efectuar la condensación por contacto, como se verifica en las máquinas marinas de aplicación en el día, precisa que el peso del agua de circulación sea cuarenta veces el del vapor gastado por la máquina, cuando se navega por mares fríos ó cincuenta veces por aguas templadas. Este mismo dato en función de la fuerza de la máquina, es de 400 á 500 litros por caballo-hora.

Otros autores elevan el consumo de agua necesaria para la circulación, de 48 á 50 litros por kilogramo de vapor condensado, ó 450 á 750 litros por caballo-hora. La capacidad de estos aparatos debe ser:

Condensador de mezcla=Capacidad cilindro \times 0'57

— superficie=Capacidad cilindro \times 1 á 0'85

La superficie de enfriamiento = 0'25 á 0'35 m² por caballo indicado.

Las máquinas del vapor alemán *Kaiser Wilhelm*, tienen cada una un condensador con 11.000 tubos y su superficie refrigerante llega á 3.300 metros cuadrados.



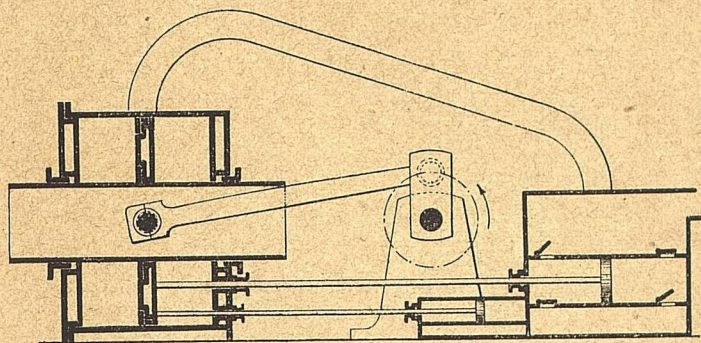


FIG. 75.— MÁQUINA DE TRONCO

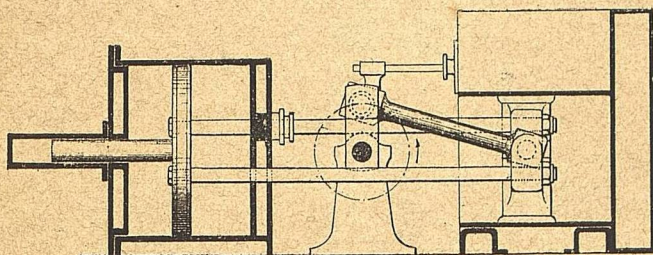


FIG. 76.— MÁQUINA DE BARRA INVERTIDA

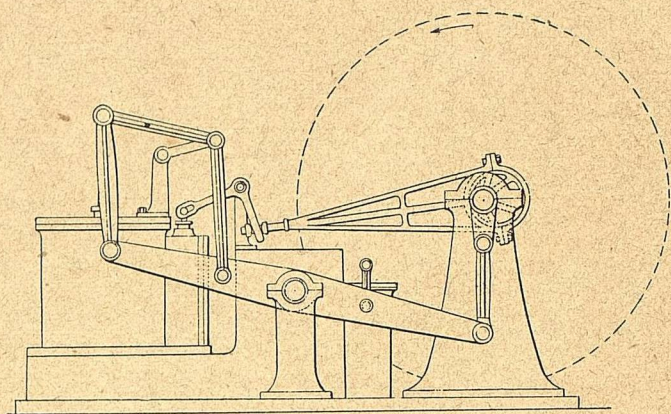


FIG. 77.— MÁQUINA DE BALACÍN

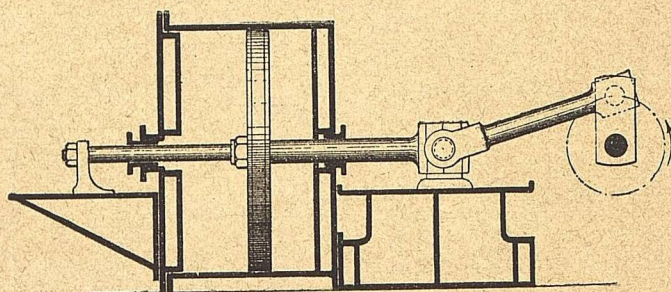


FIG. 78.— MÁQUINA DE BARRA DIRECTA

56. Expansión fija y variable.

Cuando el vapor actúa en el cilindro de una máquina completamente aislado del líquido que lo produjo, se dice que trabaja por expansión; fenómeno cuya manifestación se provoca en las máquinas para el más ventajoso movimiento del émbolo y obtención de economía importantísima.

La expansión verificase según la ley de Mariotte, y en virtud de ella, si tenemos un recipiente de 1 m³ de cabida lleno de vapor, y esta misma cantidad de fluido la compartimos con otro de iguales dimensiones, la presión del vapor en ambos contenido se habrá reducido á la mitad; á la tercera parte, si son tres los recipientes considerados, y así sucesivamente, pues en todo caso, las presiones están en razón inversa de los volúmenes ocupados por el gas ó vapor que se considera.

En los cilindros de las máquinas la admisión del vapor se corta en el punto de la carrera que se desea, y desde entonces actúa sobre el émbolo expansivamente con una presión que decrece, como se evidencia con los razonamientos que siguen.

Supongamos que en el cilindro *A a B b* (fig. 79) la admisión del vapor cesa al encontrarse el pistón en el punto *E*, que representa la tercera parte de la total carrera. Dícese entonces, que el grado de expansión es de 1/3.

Admitiendo que la presión total con que el vapor entra en el cilindro sea de 84 libras, por ejemplo, y por pulgada cuadrada, con esa misma seguirá hasta llegar á *E*, pues este recorrido lo efectúa con los orificios de entrada completamente abiertos.



En ese punto, tercera parte del curso ó carrera, la admisión se cierra, el vapor contenido en la capacidad $A a E e$ seguirá impulsando al pistón por su fuerza

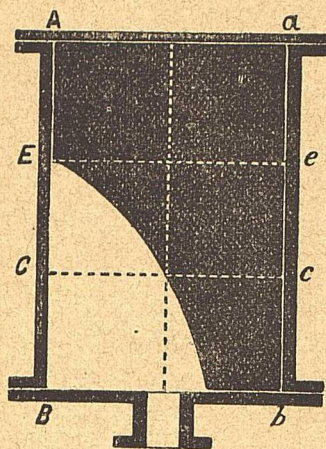


FIG. 79.

expansiva, y al duplicar su volumen, que será cuando llegue el émbolo á C , su presión habráse reducido á la mitad ó sea 42 libras, porque el volumen $A C a c$ que ahora ocupa, es doble del $A E a e$ que antes tenía: por la misma causa, que no es más que la sencilla aplicación de la ley de Mariotte, al llegar el émbolo á $B b$, término de su recorrido, el vapor ocupará un espacio $A B a b$, tres veces mayor que el $A E a e$,

y la presión será la tercera parte de la inicial ó sean libras 28.

La presión media ó efectiva durante el curso con que el vapor ha trabajado útilmente como consecuencia de la expansión, será de libras 51'3 por pulgada cuadrada ó sea el 61 por 100 de la primitiva; pero la cantidad de vapor empleada ha sido solamente 33 por 100 de la que necesariamente se gastaría si la admisión hubiese permanecido abierta durante la total carrera. Hay, pues, un positivo ahorro de 28 por 100 en el caso analizado.

La expansión produce una economía considerable de combustible, como lo indica la siguiente tabla:



Introducido el vapor durante la carrera del émbolo	1	Su efecto útil.	1'0
Durante una fracción representada por	$\frac{1}{2}$	— — —	1'7
—	$\frac{1}{3}$	— — —	2'1
—	$\frac{1}{4}$	— — —	2'4
—	$\frac{1}{5}$	— — —	3'6
—	$\frac{1}{7}$	— — —	3'0
—	$\frac{1}{8}$	— — —	3'2

Pero es evidente que á igual potencia cuanto mayor sea la expansión, mayor tiene que ser la superficie del émbolo, y por lo tanto, el cilindro. Además, el vapor en su expansión está sometido á la ley de Mariotte y su tensión vá siendo cada vez más débil; así, pues, si la expansión se exagera, el vapor no suministrará presión bastante para poner en movimiento el aparato.

Estas dos consideraciones limitan la expansión; pero se vé por estos razonamientos con bastante claridad, que cuanto mayor sea la presión de régimen con que el vapor llega á los cilindros, mayor será el aumento que en la expansión puede utilizarse. De aquí el empleo de las altas tensiones con que hoy trabajan las máquinas modernas, para poder aprovechar la expansión en su mayor amplitud, como ocurre con las de triple y cuádruple.

Los grados de expansión más frecuentemente empleados son: $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{3}$, $\frac{3}{8}$, $\frac{1}{2}$, $\frac{5}{8}$, $\frac{2}{3}$, $\frac{3}{4}$ y $\frac{7}{8}$.

En todos ellos debe imaginarse que la carrera ó curso está dividida en el número de partes que indica el denominador de la fracción, y que la admisión del vapor se cierra cuando el émbolo ha recorrido el número de esas partes que el numerador señala.



La expansión tiene también algunos inconvenientes. El vapor, como muchos gases, absorbe calor al aumentar de volumen; es decir, no se expande *adiabáticamente*. Esta absorción de calor es á expensas del que disfruta el vapor y paredes del cilindro.

Además de esto, la presencia continua de una cierta cantidad de agua en el cilindro origina, que al expandirse el vapor la vaporiza, gastando para ello calor y siendo, por tanto, una causa más de disminución de su temperatura.

Puede ser la expansión de dos clases: *fija ó natural y variable*.

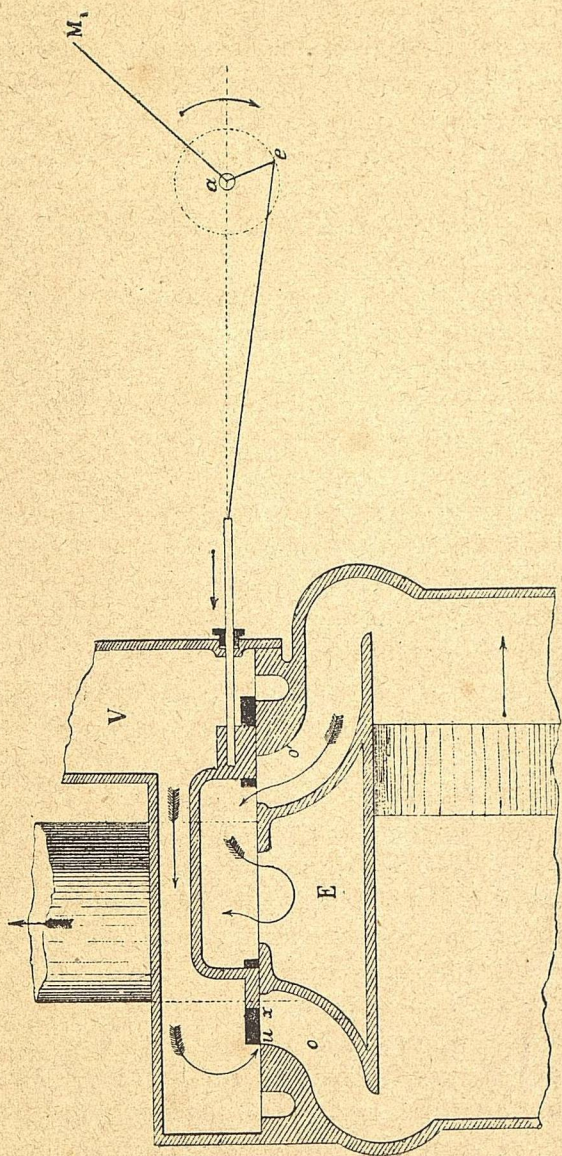
La primera es una consecuencia natural de la diferencia que existe entre los avances á la admisión y evacuación; ella es igual á esta diferencia obtenida por el aumento X de la barreta.

En efecto; á partir del momento en que la arista interior de la barreta coincide con la exterior del orificio, el vapor deja de entrar; obra, por tanto, por expansión todo el tiempo que el distribuidor emplea en recorrer la longitud de X .

Dicho se está que la expansión fija es susceptible de ser aumentada, bastando para ello hacer mayor el ángulo de los ejes ficticios y de cigüeñal y al mismo tiempo la altura de la barreta. Esta expansión fija en la mayor parte de las máquinas marinas, es consecuencia del período de introducción, que varía entre 0'65 y 0'70 de la carrera.

Para el solo objeto de poder mejor formarse idea sobre la expansión fija ó natural, hemos dibujado la figura 80, que con bastante claridad nos representa los movimientos del distribuidor y émbolo y las aberturas





de los orificios respectivos. La dirección de los movimientos de uno y otro órgano es contraria, conforme indican las flechas.

El distribuidor en su movimiento de avance hacia la izquierda, llega á cerrar totalmente el orificio de introducción *o*, que es el instante reproducido por el grabado.

El pistón ó émbolo encuéntrase entonces en el principio del último tercio de su carrera hacia la derecha, cesando el vapor de introducirse por su parte inferior.

Existe, pues, á partir de este momento y en tanto el émbolo concluye la carrera, la expansión llamada natural ó fija.

Y es bueno hacer notar para mejor comprender esto, que en el momento indicado el orificio *o'* se halla abierto para la evacuación, lo que permite el fácil trabajo de la fuerza expansiva del vapor, hasta que antes de llegar á la terminación de su camino, el cierre por la parte de *o'* hace que la pequeña cantidad de vapor que queda sin salida, se comprima más y más, amortiguándose así la impulsión que anima al pistón cuando se acerca al término de su recorrido.

La *expansión variable* obtiénese, bien por medio del aparato de cambio de marcha, como ocurre con el cuadrante ó sector Stephenson ó ya con distribuidores auxiliares ú órganos especiales á este solo fin aplicables.

Estos distribuidores auxiliares, entre los cuales ha merecido preferencia marcada el de Meyer, tienen inconvenientes grandes, entre los cuales figura, ser ellos un aumento en las resistencias pasivas de las máquinas, constituir una complicación más donde ya no pocas é inevitables existen, y ser origen de desarre-



glos y averías en muchos casos; razones todas que sumadas les han causado no poca oposición, prefiriéndose por muchos utilizar para este fin nada más que los aparatos modernos de cambio de marcha, ya conocidos.

58. Aparatos para cambio de marcha.

C. 27 Siendo el distribuidor el aparato á quien se confía las oportunas entradas y salidas del vapor, y dependiendo de ellas el que el eje de la máquina en último término adquiera movimiento de rotación en un sentido ó en otro, dicho se está es del mayor interés el conocimiento del artificio que se emplea para realizarlo.

Por lo general, una ó dos excéntricas fijas en el eje son las encargadas de comunicar á la corredera el necesario movimiento. Y á esta instalación acompaña la indispensable para conseguir á voluntad, que mediante ellas llegue el vástago del distribuidor á la posición conveniente para obtener la marcha adelante ó atrás que se pretende adoptar.

A este conjunto de elementos para el fin expuesto congregados, que unas veces son á mano movidos, otras á vapor y en algunos casos por fuerza hidráulica, es á lo que se denomina *aparatos de marcha*, de *cambio de marcha*, y por algunos, *sistemas de distribución*.

El número de ellos es verdaderamente crecido, é imposible, por tanto, pasarles revista en este lugar; pero es oportuno consignar, que todos ellos pudieran agruparse en tres clases ó categorías, como sigue. Con una excéntrica por cada distribuidor, con dos excéntricas por órgano de esta clase, y sin empleo de excéntricas.



En todos, la finalidad que se persigue con el aparato no es otra y esto acusa la medida de su importancia, que obtener la marcha rectilínea alternativa del distri-

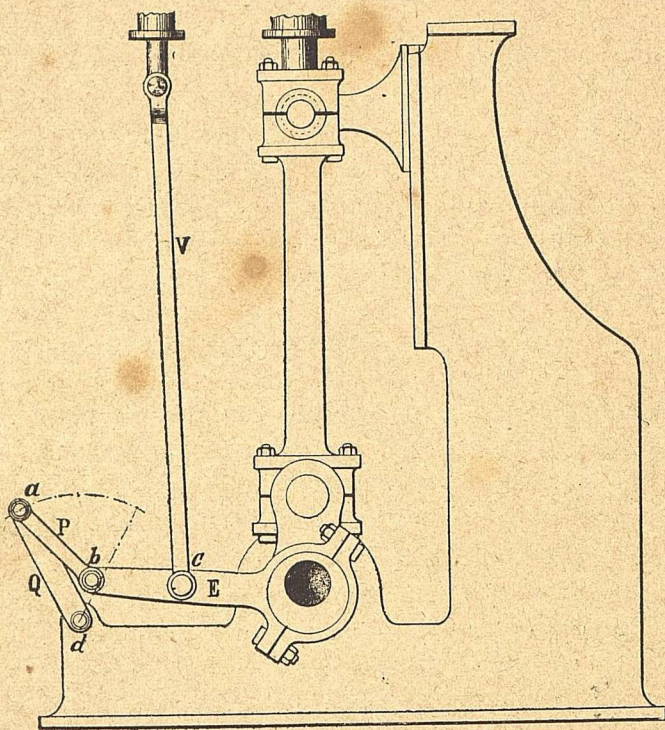


FIG. 81.

buído en los sentidos y forma que conviene, para conseguir los movimientos de adelante y atrás, la parada y hasta la expansión variable que muchos ofrecen; circunstancia esta última que constituye una ventaja de capital importancia, por cuanto permite prescindir de

los elementos especiales que en otros casos son necesarios para alterar por modo conveniente los períodos de expansión.

La figura 81 representa la disposición más sencilla del *aparato Marshall* de una sola excéntrica.

Aparece la excéntrica única montada de un modo invariable en el eje principal de la máquina. La barra de ella vá articulada por su extremo ó pié, como la figura muestra, á la extremidad de otra que sirve de suspensión y que puede oscilar alrededor de un dado que se fija en la palanca *Q* de inversión de movimientos, obligando, por tanto, al pié de la excéntrica á oscilar, según un arco determinado.

La palanca *Q* vá montada en el eje de cambio de marcha, cuyo giro la hace pasar desde la posición que ocupa en la figura, conveniente para la marcha en un sentido, hasta la que corresponde á la marcha contraria, pasando por los diferentes grados de expansión que con su posición relativa se logran.

El tirante *V* fijado á un punto *E* de la barra excéntrica se liga por el otro extremo al vástago del distribuidor, cuyo movimiento trasmite.

El cuadrante ó *sector de Stepheson* es el mecanismo más generalizado para el mismo fin de guiar los movimientos de la máquina.

E E' (*fig. 82*), son dos excéntricas unidas al eje de la máquina: la una, para la marcha adelante; la otra, para la de atrás ó ciar.

Sus barras *G* y *G'* están articuladas á las extremidades de una corredera circular *AB* de 30° próximamente. En esta corredera puede resbalar un dado *C* articulado directamente al vástago del distribuidor, como se repre-



senta en la figura 82, ó bien indirectamente como otras veces se practica.

Una barra i y una palanca L , cuyo punto fijo está determinado en F por una chumacera, permite bajar ó subir la corredera, de manera que el dado corresponda

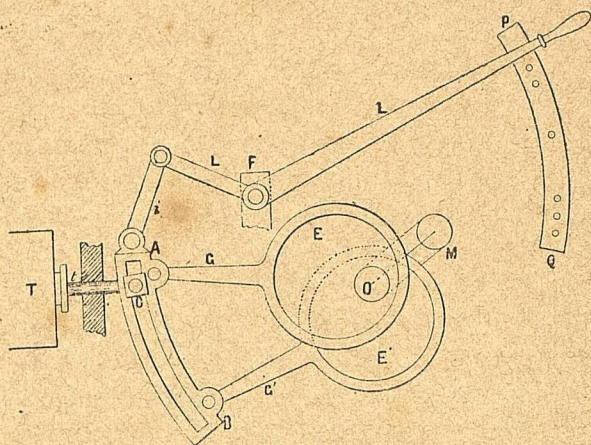


FIG. 82.

con una de las dos barras ó á un punto intermedio entre ellas.

El aparato está construído de tal modo, que cuando el dado se encuentre en las proximidades de los extremos de una barra, la otra solo puede hacer oscilar la corredera sin contrariar el movimiento de la primera.

La simple maniobra de la palanca L , que se mantiene en la posición que se desee por medio de un pasador que entra en los rebajos practicados en el arco PQ , permite dar adelante, atrás y parar, sin necesidad de tocar á los demás registros de la máquina.



Para esta última maniobra de parar, bastará mover la palanca suficientemente para que el dado ocupe la parte media de la corredera; el distribuidor permanece inmóvil.

La velocidad se puede disminuir á voluntad fácilmente, ya sea en uno ó en otro sentido, con solo aproximar el dado á la medianía de la corredera; los orificios de admisión se abrirán menos á la introducción del vapor, acortando, por tanto, la velocidad.

Este procedimiento para disminuir la marcha, no produce la economía de combustible que se obtiene con expansión variable, puesto que siempre hay escape de vapor al cilindro durante toda la carrera; por tanto, la expansión fija se aumenta con la disminución de la velocidad del distribuidor, que emplea un tiempo relativamente mayor para recorrer la extensión en que las barretas exceden á los orificios de admisión.

La figura 83 presenta un aparato de marcha sin excéntricas y cuya ingeniosa disposición es debida á *Joy*, de quien toma el nombre.

Está bastante generalizado en las máquinas modernas de triple expansión, y aporta indudable ventaja con la supresión de rozamientos considerables, que inevitablemente se desarrollan en los collares de las excéntricas, además de la sencillez grande y notoria que lo caracteriza.

Estriba también la diferencia esencialísima con los demás de igual índole, en que el movimiento para el vástago del distribuidor no lo recibe de la barra de una excéntrica para su transmisión, sino que deriva de la misma barra principal de conexión.

En el grabado se representa el conjunto de este



mecanismo, en el cual la posición que ocupe el cuadrante *B*, ya sea caída hacia la derecha—como aparece en la figura—bien horizontal, ó ya con inclinación á la

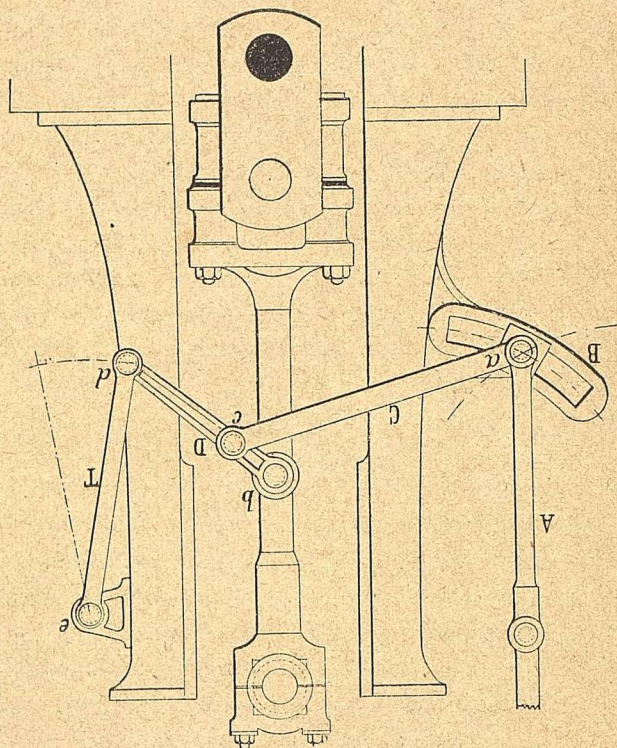


FIG. 83.

izquierda, es de la que depende el sentido del movimiento impreso á la máquina.

A la barra principal de conexión vá articulada la palanca *D*, uno de cuyos extremos está sujeto á descri-

bir un arco, merced á su unión con la extremidad del tirante *T*, fijo en los armazones que sostienen el cilindro.

De esta combinación de piezas, es de donde se toma la trasmisión de movimiento para la barra *A*, unida al vástago del distribuidor y ligada á la palanca *C*.

Es característico en este aparato cuando no está provisto de cuadrante, la forma de herradura que afecta en su parte inferior la palanca de inversión de movimientos. Ella y la disposición que en su extremidad tiene la *C* entonces, completan los elementos necesarios para los más acertados movimientos del distribuidor.

Cuando las máquinas son muy potentes, el cambio de marcha no puede siempre efectuarse rápidamente actuando á brazo sobre las palancas y volantes, por lo que se recurre á máquinas especiales, de vapor ó hidráulicas.

58. Clasificación de las máquinas de expansión sucesiva.

Las máquinas de expansión sucesiva son aquellas en que el vapor después de trabajar en un cilindro continúa trabajando, ya expansionado y expansionándose sucesivamente en otro ú otros cilindros.

Se clasifican las máquinas de expansión sucesiva en máquinas de *puntos muertos discordantes* ó máquinas *compound*, y de *puntos muertos concordantes* ó máquinas *Woolf*.

En las primeras, el vapor después de trabajar en un primer cilindro ó cilindro de *alta*, pasa á un recipiente ó depósito intermedio (cuyo volumen es generalmente poco mayor de la mitad del cilindro y lo corriente es que lo forme los tubos de evacuación), para



de allí pasar al cilindro siguiente de volumen mayor (la relación que debe haber entre los volúmenes de los cilindros para lograr la mayor economía y regularidad de funcionamiento, la determina la práctica y depende naturalmente de la repartición que se haya hecho del trabajo) y así sucesivamente.

La razón de ser de estos depósitos no es otra que la necesidad de alojar al vapor que pasa de un cilindro á otro, debido á la falta de concordancia que hay entre la evacuación del uno y la admisión del siguiente.

Es esto lo que ha originado el nombre de máquinas de *puntos muertos discordantes*, con que se las conoce y se las distingue de las Woolf.

Si no existieran estos depósitos, al llegar el émbolo del cilindro de alta á su punto muerto, habría que darle salida al vapor al cilindro siguiente y ambos émbolos partirían á la vez, originándose las máquinas de *puntos muertos concordantes* ó máquinas Woolf.

El número de cilindros establecidos en estas condiciones, caracteriza la denominación que se adopta para la máquina, llamándose de *doble*, *triple* y *cuádruple expansión*.

Algunos dan el nombre de *compound*, á las máquinas de expansión sucesiva de puntos muertos discordantes de *alta* y *baja*, y es esta la costumbre, aun cuando compound sean todas, lo mismo de *doble*, que de *triple*, *cuádruple*, ó más expansiones.

En estas máquinas, cuando un cilindro resulta demasiado voluminoso, se le sustituye por dos ó más iguales de volumen equivalente.

Las máquinas compound son muy superiores á las Woolf, como lo han demostrado numerosas pruebas comparativas.



El enfriamiento y las condensaciones son mayores en las Woolf que en las compound, lo que hace disminuir mucho su rendimiento.

Debido á estos grandes inconvenientes, han caído completamente en desuso las máquinas Woolf.

Por *introducción efectiva* se entiende, el producto de la introducción del cilindro de alta por su volumen y dividido por el volumen del cilindro inmediato..

La *expansión efectiva* es la relación inversa.

Así, pues, si la introducción en el cilindro de alto es de 0'6, ó lo que es lo mismo, si á los 6 décimos de la carrera del émbolo se cierra la admisión y el cilindro inmediato tiene un volumen tres veces mayor que el de alta, se tendrá

$$\text{Introducción efectiva} = \frac{0'6 \times 1}{3} = 0'2$$

$$\text{Expansión efectiva} = \frac{3}{0'6 \times 1} = 5.$$

58 bis. Principio en que se fundan las turbinas.

Las turbinas ó turbo-motores, tanto las de vapor como las hidráulicas, están todas fundadas sobre el mismo principio de física de la antigua sirena ó rueda de reacción de Heron de Alejandría, consistente en un tubo suspendido en su centro por un eje: en las extremidades de este tubo hay practicados dos orificios oblicuos en sentidos contrarios, es decir, en opuestas paredes.

El agente, agua ó vapor, al salir por estos orificos, obra por reacción sobre las paredes opuestas y hace girar el tubo en sentido contrario. No hay más dife-



rencia entre las turbinas de vapor y las hidráulicas, que en la densidad del fluido.

Nos ocuparemos aquí exclusivamente de las de vapor.

La energía del vapor se transforma ó produce el movimiento en estas máquinas, de muy distinta manera que en las máquinas de vapor ordinarias.

En estas últimas la presión del vapor se utiliza directamente para producir trabajo: en las primeras, esta presión anima al vapor de una velocidad considerable, y la fuerza viva ($m v^2$) que, por tanto, resulta, es la que se utiliza en la turbina. Esta fuerza viva depende casi exclusivamente de la velocidad, porque la densidad de un fluido en expansión y por consiguiente su masa, es extraordinariamente débil.

Para dar una idea de la velocidad que puede obtenerse diremos, que el vapor que se escapa á la atmósfera con una presión de 4 kilogramos, alcanza una velocidad de 735 metros por segundo, y que si se escapa á un condensador con el vacío ordinario, llegaría aquélla á 1.000 ó 1.100 metros por segundo.

Diremos todavía para formar clara idea de lo que esta enorme velocidad representa, que un viento huracanado alcanza la velocidad de 40 á 45 metros por segundo.

Hay que distinguir dos clases de turbinas: unas en que el vapor obra directamente por su velocidad sobre una rueda de paletas móvil, lo que conduce á enormes velocidades de rotación: se llaman *turbinas de acción*; á esta clase pertenece la turbina Laval.

Otras en que la energía del vapor se transforma en movimiento por su expansión, se llaman *turbinas de reacción*; á esta clase pertenece la Parsons.



Hay también turbinas mixtas, como la *Custes*, en las que el vapor se expansiona primero en tubos convergentes fijos, acabando después su expansión en paletas alternativamente fijas y móviles. Describiremos solamente las turbinas Laval y Parsons. (*)

(*) La aparición de la turbina *Parsons* data del año de 1884, habiendo sido el primer motor rotativo que ofreció resultados verdaderamente prácticos, suficientes á justificar el empleo que del mismo ha empezado á hacerse en estos últimos años y muy particularmente en la navegación.

En 1889 se presentó la turbina *Laval*, recibida con gran aceptación desde luego en las aplicaciones terrestres. Poco después, en el de 1896, apareció la de *Rateau*; y á ésta han seguido las de *Curtis*, *Westinghouse*, *Zoelly*, *Selnitz*, *Riedler-Stumpf* y por último, la *Breguet*.

Para la explotación de la turbina *Parsons* en su aplicación á los buques, formóse en Inglaterra un sindicato de estudio ó ensayo, que empezó por construir el vaporcito de experiencia *Turbinia*, de 44 toneladas y 1.500 caballos, y cuyas pruebas dieron lugar á que el Almirantazgo se decidiese á encargar dos destroyers, *Viper* y *Cobra*, con el nuevo aparato y capaz cada uno de la fuerza de 12.300 caballos.

El primer vapor mercante de turbinas ha sido el *King-Edward* (1901), al que siguió poco después el *Queen-Alexandra*. El primero de los dos citados lleva tres turbinas con sus tres ejes correspondientes, desarrollando 3.500 caballos, para cuya fuerza el consumo es de 0'600 kilogramos por caballo-hora.

En vapores dedicados á navegación de canales, están ya en servicio en Mayo de 1906, el *The Queen*, *Brighton*, *Dieppe*, *Invicta*, *London*, *Manxman*, *Onward* y *Viking*.

Y en cuanto á la navegación propiamente trasatlántica, además de los dos colosos de la Compañía Cunard, en construcción, con las notables características de 25'5 millas de marcha y 70.000 caballos de fuerza cada uno, realizarán pronto sus primeros viajes el *Virginia* de la Compañía Allan para el servi-



59. Turbina Laval.

En Francia, Alemania y Bélgica está bastante generalizado el empleo de las turbinas Laval en las Centrales de alumbrado; en España empezó á darse á conocer en 1895, estando funcionando en esa fecha unas 60 turbinas de este sistema, con una fuerza aproximada de 2.500 caballos. Conviene dedicarles alguna atención.

El invento de esta turbina, debido al eminente ingeniero sueco Gustavo Laval, data, como ya hemos dicho, del año de 1889. Desde esta fecha se han puesto en funciones 2.100 máquinas rotatorias de ese sistema, cuya cita acusa por modo claro su aceptación definitiva para la industria.

En 15 de Mayo del año de 1897, era de 32.000 el número de caballos efectivos elaborados, y en 1899 llegaron á 60.000 caballos aplicados á motores, dinamos, bombas y ventiladores.

Los datos que hemos podido recoger y que alcanzan hasta Junio de 1905, elevan á 115.000 caballos efectivos la fuerza motriz generada por estos aparatos.

cio entre Liverpool y Canadá, el *Victoria*, *Caramania*, *Mahens* y otros.

El pasaje de los barcos acoge con gusto el nuevo motor rotativo que viene á sustituir á la antigua máquina de movimiento alternativo, pues á la regularidad de la marcha y ausencia de vibraciones que caracteriza á las turbinas, únese la eliminación de los olores de aceites y grasas tan peculiar de las máquinas, cuyo conjunto de hechos — comprobados ya en la práctica del manejo de estos vapores — parece como aminorar en parte las causas originarias del mareo, verdadera y desagradable molestia para los que por deber ó recreo por mar viajan.



El motor Laval es una turbina que utiliza directamente la fuerza viva del vapor; pero diferenciándose esencialmente de los aparatos del mismo género en

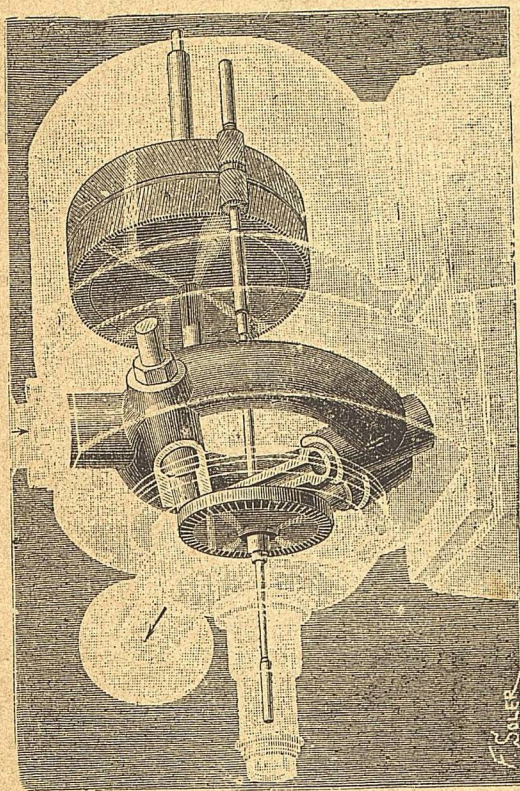


FIG. 84.

que el vapor llega á efectuar su trabajo completamente expansionado y no ejerce su esfuerzo sobre los dientes ó paletas del disco, sino como consecuencia de la velocidad adquirida en esta previa expansión.

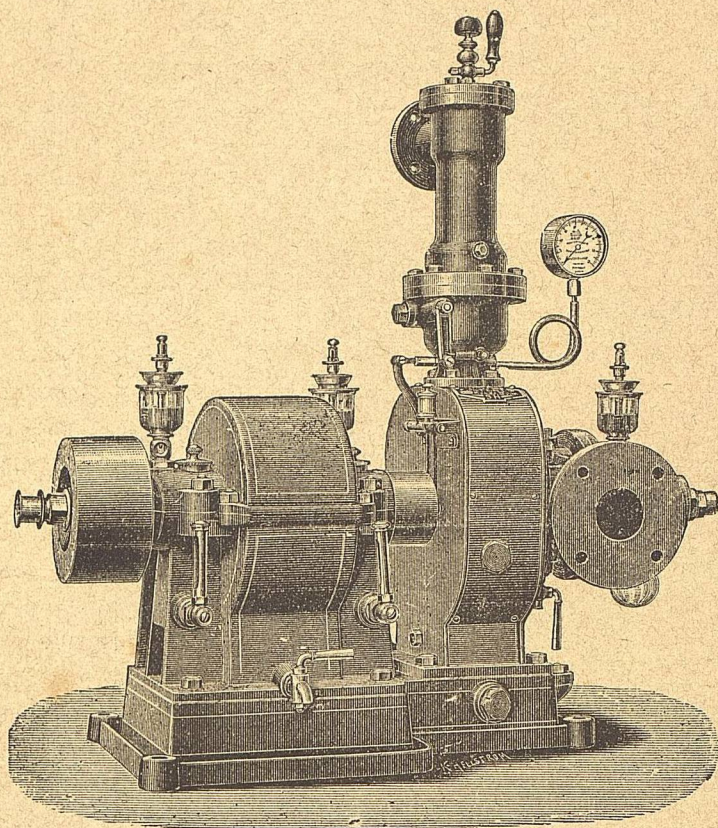


FIG. 85.

La disposición general del aparato la enseña la figura 84, en la cual se representa como si fuera transparente la envuelta metálica de la turbina.

Se compone en principio de un disco con eje horizontal, provisto en la proximidad de su contorno de dientes ó paletas inclinadas, sobre las cuales el vapor obra después de haber sido conducido á una especie de anillo, del cual parten los tubos que vienen á morir en el contorno del disco, conforme se vé en la figura 84.

El trazado interior de estos tubos está de tal modo hecho y calculado, que el vapor se expansiona completamente en el trayecto que efectúa desde las válvulas de admisión hasta las paletas del disco. Adquiere así en su expansión una velocidad considerable representada por 1.000 á 1.200 metros por segundo, la cual se comunica al disco gracias á la inclinación dicha de las paletas; sale por el otro lado, habiendo perdido casi toda su velocidad, á la cámara de escape, puesta en comunicación ya con la atmósfera, bien con el condensador.

En razón de la considerable velocidad adquirida por el vapor expansionado, el disco toma á su vez una velocidad de rotación que llega en algunas turbinas hasta 30.000 revoluciones por minuto; y dicho se está, que no pudiendo en la práctica utilizarse directamente velocidad tan crecida, se ha debido asociar á esta turbina un reductor formado por un doble par de ruedas de engrane con dientes, inclinados 45° en un sentido para el primer par y en el otro para el segundo, oponiéndose así con ellos, además, mediante esta disposición, á los movimientos longitudinales del eje.

Sobre este eje de las ruedas de engrane grandes,



es sobre el que se asocia la armadura de la dinamo.

Un regulador de velocidad está montado sobre el eje que soporta las grandes ruedas estriadas del reductor y obra sobre la válvula de admisión.

La figura 86 muestra las diferentes partes de que el regulador está compuesto. Con el número 8 se desig-

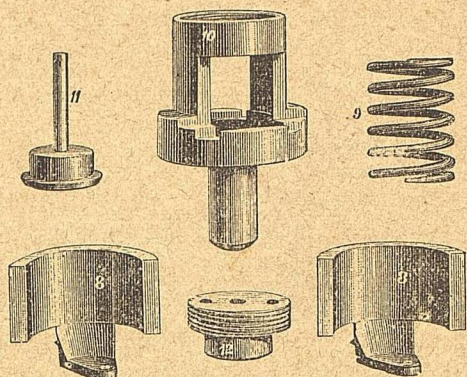


FIG. 86.

nan las dos *piezas anulares* que sometidas á la acción de la fuerza centrífuga, originan por su especial disposición el avance del pasador en los momentos calculados, y en su consecuencia el movimiento en la válvula á la que este efecto se trasmite.

Con el número 9 designase el *muelle espiral*, moderador de los efectos ocasionados por las piezas 8.

La caja ó cuerpo del regulador se representa en el número 10, siendo el *pasador* el 11, y el 12 el *tapón*, por medio del cual la espiral regula el aumento ó la disminución de la velocidad.

Una ligera idea de su colocación y conexiones con la válvula, se ofrece en la figura 87, en la cual *A* es la espiga del regulador y en *B* arranca la palanca que se relaciona con la válvula. Dicho se está, que la representación del grabado se refiere al caso de estar la turbina parada, y por tanto, existiendo entre la espiga y la palanca la holgura que se observa en la figura.

Vá colocado al extremo del eje del engranaje y tiene de esta manera en las máquinas de 5 caballos una velocidad de 3.000 revoluciones por minuto.

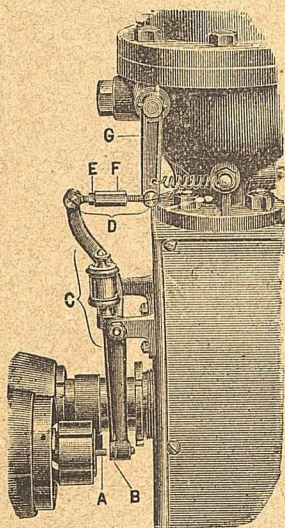


FIG. 87.

Cuando la máquina empieza á marchar, los pesos tienden á separarse; tendencia que tiene por misión combatir ó contrarrestar el muelle espiral al efecto dispuesto. Al llegar á 3.000 las revoluciones por minuto, se establece el equilibrio entre la fuerza centrífuga que hace abrirse ó separarse los pesos ya nombrados y la fuerza ó presión del muelle espiral que la dificulta; en este estado, el aumento nada más de un 1 por 100 en la velocidad, basta para que el predominio de una sobre otra haga sensible

el mecanismo de la válvula del regulador por el intermedio del juego de la palanca en el grabado dibujada, produciendo así el efecto que se busca.

La figura 88 representa todos los diversos elementos



de que estas máquinas están compuestas y el nombre técnico con que se distingue cada pieza, cuyo relevo ó sustitución, en caso de avería, es sumamente fácil y rápido.

La figura 85 completa la instrucción acerca de este ingenioso aparato, que reúne á la indiscutible ventaja de una notable sencillez de construcción y manejo, la de ser su peso y volumen notoriamente reducidos.

Por lo que á la duración de estas modernas máquinas se refiere, no existe un largo período de prueba ó ensayo, suficiente para evidenciarla.

Pero si en consideración se tiene la falta de barras, válvulas, vástagos, inversiones de movimientos y demás complicados medios en ellas eliminados, y á esto se une lo fácilmente que se reemplazan las pocas y sencillas piezas de que el aparato se compone, no hay razón alguna para creer, quede bajo este punto de vista la turbina Laval, en orden inferior ó de demérito con respecto á los demás motores de crecida velocidad.

Terminaremos estas ligeras noticias anotando algunos datos relativos al consumo de vapor por caballo y hora, en los tipos más usuales, y siempre en el bien entendido de que si en todas las máquinas el trabajar con presión elevada y utilizando la condensación aporta señalada economía, en la turbina Laval constituye la verdadera forma razonable de emplearlas, desde el momento que el gasto de agua y carbón sea un factor á tener en cuenta en la explotación.

Recientemente ha sido ensayada la turbina de 300 caballos, que trabajando con vapor á la presión de 13'5 kilogramos por centímetro cuadrado, ha llegado con condensación á la cifra económica de consumo de 6'33 kilogramos de vapor por caballo efectivo y hora.



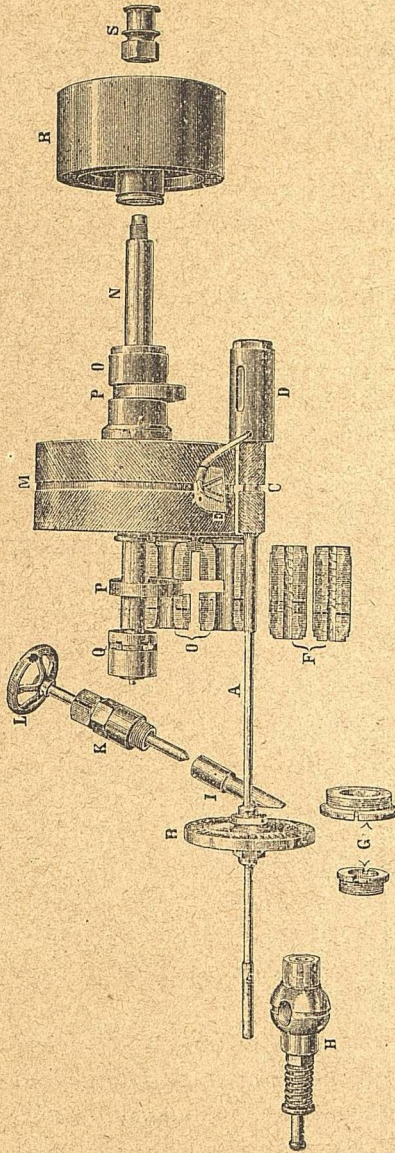


FIG. 88.

- A.—Eje flexible.
 B.—Disco de turbina.
 C.—Piñón de engrane.
 D.—Cojinete de punta.
 E.—Tubo de engrase.
 F.—Coginete intermedio.
 G.— » de seguridad.
 H.— » esférico.
 I.—Boquilla de vapor.
 J.—Caja de empaquetadura.
 L.—Llave espiga de boquilla.
 M.—Engranaje.
 N.—Eje de engranaje.
 O.—Cojinete de engranaje.
 P.—Anillo de engrase.
 Q.—Regulador.
 R.—Polea.
 S.—Tuerca de seguridad.

CONSUMO DE VAPOR POR CABALLO EFECTIVO Y HORA DE LA TURBINA LAVAL

Fuerza en caballos efectivos	Número de revoluciones del disco	Número de revoluciones de los engranajes	PRESION DE ADMISION EN ATMOSFERAS											
			8			9			10			12		
			Sin con- densacion	64 c/m de vacio	70 c/m de vacio	Sin con- densacion	64 c/m de vacio	70 c/m de vacio	Sin con- densacion	64 c/m de vacio	70 c/m de vacio	Sin con- densacion	64 c/m de vacio	70 c/m de vacio
5	23.800	3.000	21,0	15,75	14,35	20,3	15,5	14,3	19,75	15,3	14,2	18,9	14,95	14,0
20	19.800	2.000	19,2	11,1	9,85	18,6	10,9	9,7	18,11	10,75	9,6	17,4	10,45	9,4
50	16.400	1.500	17,0	9,8	8,7	16,5	9,6	8,55	16,0	9,45	8,4	15,2	9,2	8,25
75	16.600	1.250	16,1	9,8	8,7	15,5	9,6	8,55	15,05	9,45	8,4	14,3	9,2	8,25
100	13.000	1.050	16,0	9,1	8,3	15,45	8,9	8,1	15,0	8,75	7,9	14,25	8,5	7,75



60. Turbina Parsons.

La figura 89 representa uno de los modelos actualmente en uso.

Se compone de una serie de paletas *A* fijas á un eje, intercaladas con un número igual de distribuidores

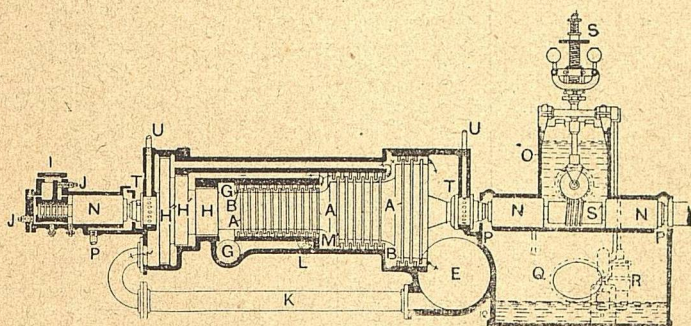


FIG. 89.

B ó directrices fijas en el interior de una serie de manguitos de fundición que rodean al eje y que están fijos al barco. El vapor es guiado por las directrices para actuar sobre las paletas, produciendo el giro del eje y su traslación; después de actuar sobre la primera serie de paletas, lo hace sucesivamente en las demás.

La expansión gradual del vapor se logra con la forma y dimensiones de las paletas y de las directrices.

Las alturas de aquéllas y los aumentos de diámetro de los manguitos y del eje, hacen que los espacios ocupados por el vapor crezcan gradualmente.

El empuje que produce el vapor al actuar sobre las



paletas (en el caso de la figura 89, es á la derecha), se equilibra exactamente cuando la turbina mueve dinamos ó bombas, haciéndola doble; es decir, montando dos turbinas iguales sobre el mismo eje y simétricamente colocadas. Los empujes de ambas, uno hacia la derecha y otro á la izquierda, se hacen equilibrio por ser las turbinas iguales. Cuando son sencillas, se consigue el equilibrio por medio de los émbolos H , H' y H'' , que recibiendo el vapor, según indican las flechas, por una desuscaras, tienen ya calculadas sus superficies de modo que la acción del vapor sobre ellas, sumada con el empuje del propulsor, equilibre el del vapor sobre la turbina. Con esto, la chumacera de empuje pierde en importancia.

En la figura 89, el vapor llega por G G , actúa sobre la primera série de paletas y émbolo H , continúa expansionándose y actúa en la segunda série y émbolo H' , y después de verificar lo mismo en la tercera y émbolo H'' , pasa al condensador por E . El tubo K tiene por objeto dar salida al vapor que en cantidad insignificante pueda pasar á través del contorno de los émbolos, á los cuales no es posible hacerlos completamente estancos para no aumentar mucho los rozamientos. Pone en comunicación la cara posterior de H'' con el condensador.

En I se representa la chumacera de empuje, dispuesta de manera que con los tornillos J J se pueda rectificar la posición de los émbolos H , H' y H'' .

En L hay un grifo que pone en comunicación G con M , es decir, permite hacer que el vapor actúe directamente sobre la segunda série de paletas, con lo cual aumenta la potencia de la turbina pero á costa del rendimiento.



En N se representan los coginetes, formados por anillos concéntricos, montados con un ligero juego entre el eje y el coginete y sumergidos en aceite que suministra el depósito O . El aceite constituye un resorte hidráulico que absorbe por completo las vibraciones del eje, permitiendo gire éste alrededor de su eje de inercia, aun cuando éste no coincida exactamente con el eje geométrico.

Esta disposición ha sido necesaria usarla debido al enorme número de revoluciones que dan estos aparatos, que en algunos llega á 10.000 por minuto. El aceite que cae por P á Q , vuelve á O por medio de la bomba R . La turbina se une al eje de transmisión por el acoplamiento flexilbe del manguito S . Este manguito lleva un husillo que engrana con una rueda dentada, transmitiéndose el movimiento á la bomba R y al regulador S .

En los prensas T y T' , hay unos tubos U , por los que llega un chorro de vapor que sale al exterior é impide la entrada de aire en la turbina.

El regulador S no produce la entrada continua del vapor en la turbina, sino que lo hace en intervalos de tiempo exactamente iguales. Según la menor ó mayor abertura que produzca en éstos intervalos, así será mayor ó menor la cantidad de vapor introducida en ellos.

Las ventajas principales de esta turbina (*) en su

(*) Entre las más notables aplicaciones modernas de los motores Parsons, deben citarse las máquinas motrices de los buques de guerra ingleses *Amethyst* (crucero), *Velox* y *Eden* (cazatorpederos); los mercantes de pasajeros *King Edward* y *Queen Alexandra* de 21 millas; algunos *yachts*, entre los cuales están armados el *Tarántula* y el *Esmerald*, construido el primero con objeto de alcanzar la gran velocidad de 27 millas, y el segundo la máxima economía de combustible.



aplicación á la navegación, son: el poder ir montada en el eje, moviendo directamente al propulsor y suprimiendo por tanto, toda clase de transmisiones; son de más fácil construcción que las máquinas de pistón, mucho más baratas en igualdad de potencia, pesan menos y ocupan menos espacio. No requieren especiales fundaciones, se prestan al uso del vapor recalentado y responden fácilmente á cualquiera variación rápida

El crucero inglés *Amethyst* alcanzó la velocidad de 23'63 millas, demostrando que con la velocidad media su consumo es igual al de la máquina de pistón y que á medida que aumenta la velocidad, trabaja más económicamente aquélla que ésta.

La Compañía Cunard construye dos vapores de 30.000 toneladas, movidos por turbinas.

Las instalaciones terrestres de la *Newcastle & District Electric Lightnig Co.* (Unidad de 1.000 Kw.) *Metropolitan Electric Supply Co.* (Tubordinamo de la potencia de 7.125 Kw) de la *Sheffield Corporation* (Unidad de 1.500 Kw.) de la *Manchester Corporation* (Unidad de 1.800 Kw.) de la *Eberfedld Corporation* (Unidad de 1.250 Kw.); de las Estaciones centrales eléctricas de Milán y Francof rte (Unidad de 2 000, 3.000 y 4 000 Kw) y para la *Società Alta Italia* de Turín (Unidad de 1.600 Kw); la colosal unidad de 8.250 Kw para la *Metropolitan District Railway Co. &.*

Todas estas máquinas, exceptuando algunas todavía en construcción y otras en contrato, se han probado experimentalmente; y en virtud de su gran potencia, de la buena disposición de sus órganos interiores y de su incesante perfeccionamiento cinemático, ya en el consumo de vapor ó en el número de revoluciones, pueden desde hoy sufrir el parangón con las más eficientes máquinas alternativas en uso.

Actualmente se cuentan cerca de 1.000 instalaciones de turbinas Parsons, funcionando con gran regularidad, aplicadas á dinamos alternadores, hélices propulsoras, bombas y ventiladores, en Inglaterra y otras naciones.



en su regimen de movimiento. No necesitan lubricación interior.

Los principales inconvenientes: la imposibilidad de conseguir la marcha atrás (á menos que se empleen dos turbinas diferentes, una para cada marcha, que es el sistema en uso), y que su rendimiento no es aceptable más que en potencias elevadas, es decir, que siendo tanto más económicas cuanto mayor sea la potencia, su uso en las pequeñas potencias no es recomendable.

61. Motor Willans.

La figura 90 representa el *motor Willans*, acoplado directamente á una dinamo sistema Ganz.

Este motor, muy generalizado en las Centrales de alumbrado y acerca del cual tenemos experiencia propia por ser con los que está dotada en parte la Fábrica de Electricidad de Tánger, propiedad de la Compañía Tratlántica, reúne condiciones especialísimas que lo hacen en alto grado recomendable.

Estas máquinas son generalmente de triple expansión, aunque la representada en el grabado lo sea solo de doble.

Se compone de tres cilindros superpuestos, ocupando siempre el de alta su parte superior. La presión inicial es de diez atmósferas.

Es particularidad en ellas notable, la original forma de la distribución del vapor.

El vástago—que es común á los pistones—está formado por una barra hueca ó funda metálica de la necesaria solidez, provista en determinadas regiones de orificios, destinados á la admisión y evacuación del vapor en los cilindros.



Una barra provista de sus correspondientes pistones obturados y que se mueve en el interior de la ante-

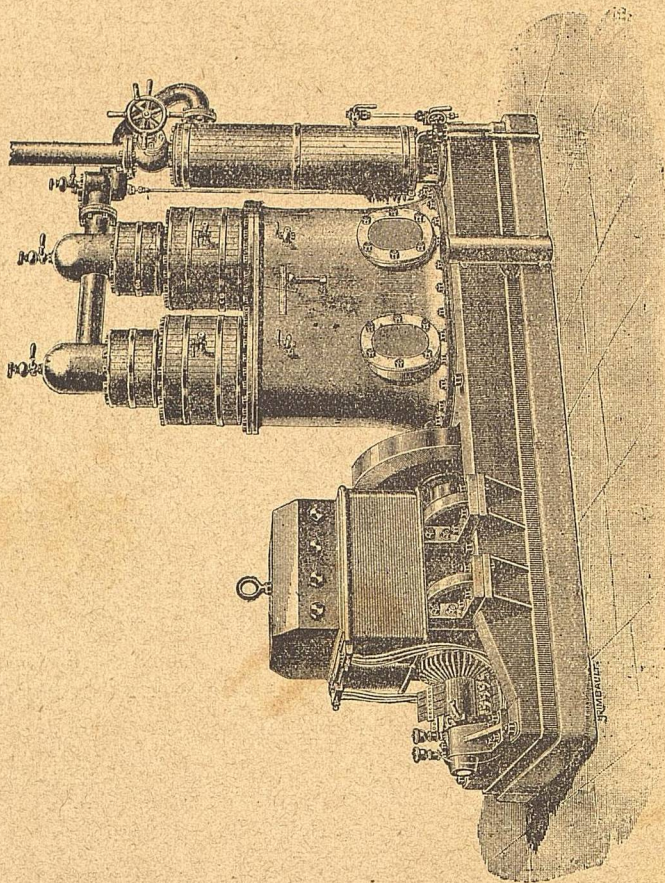


Fig. 90.

riormente descrita gracias al auxilio de una excéntrica, hace ó desempeña el papel de distribuidor central.

Esta máquina es de simple efecto. Los cambios de movimientos del pistón tienen lugar, bajo la acción ó



efecto de un volante y mediante la compresión del aire en un cilindro especial, cuya labor la realiza la extremidad del vástago, con la especial disposición adoptada en su extremidad.

Ocupa muy poca superficie, es extraordinariamente silencioso y económico, y por último, nada deja que desear en cuanto á su buen funcionamiento.

Las características principales de los motores Willans, pueden condensarse en las que siguen:

- 1.^a Débil consumo de vapor.
- 2.^a Gran velocidad, permitiendo el acoplamiento directo.
- 3.^a Regularidad absoluta para grandes variaciones de carga.
- 4.^a Que ocupa muy pequeño espacio.
- 5.^a Rendimiento mecánico muy elevado.
- 6.^a Lubricación automática.
- 7.^a Desgaste insignificante.
- 8.^a Construcción que permite fácilmente el recambio de piezas.

La regulación de esta máquina es de una delicadeza tal, que la carga puede variar bruscamente en grandes proporciones sin que la velocidad acuse una alteración de más de 2 á 3 por 100, la que es absolutamente despreciable para revoluciones de 200 á 600 por minuto, límites entre los cuales están comprendidas las del motor Willans.

Los modelos corrientes de estaciones centrales son de 300 caballos; pero la escala de las potencias comienza en 3 y acaba en 900.



62. Máquina Westinghouse.

Esta máquina pertenece á la categoría de las llamadas compactas, ó sea aquellas en que como el mismo nombre lo indica, sus diversos órganos se agrupan de modo que ocupan el más pequeño espacio posible.

Son generalmente motores de gran velocidad, con sus cilindros dispuestos verticalmente.

Los cilindros y la cámara de los distribuidores forman una sola pieza de fundición, que vá atornillada á la caja ó alojamiento de las manivelas.

Los émbolos ó pistones tienen forma de manguito de doble funda en la parte superior, para impedir las condensaciones. En la parte baja, abiertos y provistos de ejes de acero.

El eje de cigüeñales está perfectamente equilibrado, pudiendo ser reconocido y cambiado en parte, con solo abrir la puerta de registro de la caja en que estas piezas ván alojadas.

Los cojinetes del eje tienen la disposición de unos forros móviles guarnecidos de metal blancoantifricción, alojados á presión en el lugar de su destino. Una disposición especial permite la conveniente lubricación de estas importantes regiones.

El distribuidor es cilíndrico. Su guía, así como los dos pistones, están cubiertos con segmentos sencillos de fundición.

El aceite destinado á la lubricación de toda la máquina, tiene entrada por un tubo situado en la parte inferior. Pero es siempre conveniente sin perjuicio de ello, hacerlo además por los lubricadores situados en la parte superior de los cojinetes.



Cada cilindro es de simple efecto. El vapor entra alternativamente por la parte superior de cada uno de los dos, de que generalmente se componen estas máquinas.

Por sabido que ellas trabajan á velocidad crecida y son por tanto recomendables para acoplamiento directo en las dinamos. Ocupan un espacio muy pequeño, y deben estar muy bien atendidas, porque los menores juegos que se producen en sus diversas piezas, origen son de averías y detenciones en la marcha, con evidente daño para el servicio á que se las destina.

63. Poner una máquina en movimiento.

1.º Deberá empezarse por *llenar las calderas*, á cuyo fin se abrirá el grifo de toma de agua adyacente al generador, y el mismo Kingston que de ordinario sirve á varias calderas. Así se obtendrá la entrada del agua del mar en las calderas, si como rara vez ocurre, éstas se alimentan con agua del mar; debiendo, para facilitar la entrada del líquido, dar salida al mismo tiempo al aire que en el interior del generador se aloja, y lo que se consigue abriendo las válvulas de seguridad, las atmosféricas, los grifos de prueba y la extracción periódica.

El agua entra en las calderas hasta alcanzar el nivel del mar. Si este nivel es más elevado que el normal marcado por el tubo indicador, se cierra á tiempo el grifo de la toma de agua. Si el nivel exterior es más bajo, entonces se concluyen de llenar por medio de las bombas de mano ó el donkey, ó ambos aparatos á un tiempo si á ello obliga la premura.

Obtenido el nivel, deberán cerrarse los grifos de prueba y las comunicaciones con el mar.



Generalmente al encender no se le dá al nivel de las calderas toda la altura que en marcha alcanza. Un poco escaso se deja, para que habiendo menos agua, sea más fácil y rápida la operación de levantar vapor.

Una vez entrados los hornos en actividad, el nivel se lleva á su altura de regimen, guiándose para ello por las indicaciones del tubo de nivel.

2.º Se procede después á *encender los fuegos*.

Esta faena debe ejecutarse, empezando por cargar los hornos convenientemente y empleando para ello el mejor carbón de que se disponga, partido en pedazos de tamaño proporcionado, para que no se caiga por las claras de las parrillas al cenicero sin quemarse. Seguidamente, se coloca dentro de cada horno y por la parte anterior, la necesaria cantidad de sustancias inflamables, como astillas de madera, desperdicios de algodón, estopas, etc., para con ello levantar llama rápidamente.

Antes de encender, deben aflojarse los vientos de la chimenea, evitando así que como consecuencia de la dilatación que esta última sufre, pueda ocasionarse la rotura de alguno.

Se pega fuego á la materia inflamable y se la recubre con carbón menudo, cerrando la puerta del cenicero y entreabriendo la del hogar. La corriente que inmediatamente se establece, impulsa la llama horizontalmente, extendiéndose sobre el combustible, cuyos fragmentos seca primero, calienta después, y concluye por inflamar los más próximos á las bocas de los hornos.

Los fogonerós que vigilan los adelantos de la combustión, ván echando hacia el fondo los carbones encendidos y hacia la puerta los pendientes de arder, cerrando la puerta del hogar y entreabriendo gradualmente la del



cenicero en proporción al adelanto de la combustión.

Antes de cargar los hornos y según sea la clase de carbón que se use y la actividad en el tiro, se dejará la clara de parrillas conveniente, que suele ser de media pulgada para carbones secos y mayor para grasos.

3.º Se dejan abiertas las *válvulas de seguridad*, pero se cierra la atmosférica; el agua entra bien pronto en ebullición y el vapor empieza á salir por el tubo de desahogo, arrastrando al aire consigo; cuando se supone que todo el aire ha sido expulsado y reemplazado por el vapor, se cierran las válvulas de seguridad, dejando subir la presión, hasta obtener la de regimen, que será indicada por el manómetro, á cuyo instrumento debe desde este momento consagrársele exquisita vigilancia.

4.º La operación que se designa con el nombre de *purga*, tiene por objeto calentar los cilindros y las cajas de distribución, extraer el agua que proviene de la condensación debida á este trabajo y producir un vacío relativo en los condensadores. Dicho se está, por lo tanto, que esta faena es preliminar á la de poner la máquina en movimiento, y evita la presencia del aire, de líquidos y enfriamientos, en los primeros momentos de funcionar la máquina.

La conveniencia de purgar las máquinas es tanto más grande, cuanto menos elevada sea la tensión del vapor disponible. De aquí el ser de absoluta necesidad para las que trabajan á bajas presiones, y poderse prescindir de ella sin graves inconvenientes en las de alta.

La manera de efectuarla, es dar entrada al vapor en pequeña cantidad á los cilindros, condensador y bomba de aire; este vapor comienza á condensarse en



estos recipientes, pero los calienta y expulsa el agua de condensación y el aire que á su paso vá encontrando aire, y agua que salen al exterior por los grifos y válvulas de purga abiertos.

La purga se hace simultáneamente de los cilindros, distribuidores y condensador, ó independiente la de los primeros de la del último. Esto depende de la clase de máquina.

5.º *Probar la máquina.*

Una vez terminada la purga, se imprime á la máquina un movimiento lento en un sentido y después en el opuesto. El objeto de esto es asegurarse del buen funcionamiento de todos los órganos, antes de considerarse en condiciones de emprender la marcha definitiva. Bastan para esto unas cuantas revoluciones en los dos sentidos del movimiento, insuficientes para vencer la inercia del buque. Esta maniobra permite además, desembarazar á los condensadores del agua que en ellos se hubiera acumulado durante la purga.

6.º *En marcha definitiva.*

Lo primero que deberá hacerse es, colocar el aparato de cambio de marcha en la posición requerida para el sentido que se quiere obtener. Después se abren poco á poco las válvulas de comunicación y enseguida la de cuello, pero cuidando de que las aberturas finales de unas y otra en los primeros momentos, no lleguen á ser completas, para evitar proyecciones de agua.

Del mismo modo se opera con las inyecciones; y por último, se abren también los obturadores del tubo de descarga.

Todos los grifos de purga deberán asimismo mantenerse abiertos, hasta que por ellos solo salga vapor.



64. Cómo se debe parar.

Con el aparato de cambio de marcha, se hace que el dado del regulador Stephenson quede en la mitad del cuadrante, en cuya posición sabemos que las excéntricas no dan movimiento al distribuidor, quedando, por lo tanto, inmóvil y sin entrar el vapor en los cilindros. Se cierra enseguida el regulador de inyección y los registros; se abren las válvulas de seguridad y se levantan las mechas de los lubricadores. Por lo que á los fuegos atañe, se cierran los ceniceros y se entreabren las de los hogares, con lo que se aminora la combustión; y por último, se vigila el nivel de agua de las calderas, las cuales se deben alimentar con el caballo ó donkey durante la parada.

Si la parada no fuera momentánea y sí definitiva, se aprovecha la presión para dar el suficiente movimiento á la máquina, á fin de que la hélice quede en posición vertical; se abren las puertas de los hornos y se bajan los fuegos.

Se abre el grifo de extracción, pero no se vacían enteramente las calderas, esperando para hacerlo á que se enfríen y utilizando al efecto la bomba de mano, porque no habiendo en ellas más presión que la de la atmósfera, la salida del líquido no podrá efectuarse.

Se cierran los obturadores de los tubos de las tomas de agua, y se abren todos los que puedan dar salida en la bodega al agua que queda en el aparato; se secan bien todas las piezas engrasadas ó lubricadas con agua.

En todos los prensas que requieren renovación de empaquetados se efectúa esta faena, cuya necesidad se habrá reconocido durante la marcha por los escapes de



vapor ó de agua, que una comprensión del prensa no bastase á atajar.

En los demás casos, se comprimen los empaquetados cuando aún están calientes, para que escurran el aceite viejo y alterado que los empapa.

65. Cuidados que deben tenerse durante la marcha.

Estos cuidados se deducen de todo lo que hasta aquí llevamos expuesto, y son los siguientes:

1.º Para las *calderas*, vigilar constantemente su nivel, la saturación, las ebulliciones y proyecciones de agua, el buen empleo del combustible, la presión y la facilidad en maniobrar con las válvulas de seguridad.

2.º Para todo el *mecanismo*, evitar las pérdidas de vapor por las juntas; evitar los golpes ó choques, lo cual se consigue mediante el conveniente apretado de las articulaciones y de las chumaceras; evitar los recalentamientos con una lubricación suficiente de todas las piezas que rozan, y una vez presentados, utilizar el agua como refrescante, cuya eficacia estriba no en suavizar el rozamiento, sino en que hirviendo á una temperatura más baja que el aceite, absorbe con mayor rapidez que éste el calor desarrollado.

3.º Por lo que á los *distribuidores* respecta, vigilar la regulación que puede accidentalmente desarreglarse y la expansión variable.

4.º Para los *cilindros*, el buen funcionamiento de los grifos y válvulas de purga.

5.º Para la *inyección y condensación*, que sea la conveniente la abertura dada al regulador de la primera, cuidar del buen vacío y vigilancia en los obturadores del tubo de descarga y de las cisternas.



6.º En cuanto al *orden* y *disciplina*, debe estarse siempre atento á las órdenes que se trasmitan desde el puente.

Las herramientas que puedan necesitarse deben estar instaladas en sitio inmediato y con colocación que haga fácil y rápida su utilización.

El alumbrado debe ser suficiente.

El silencio y el orden debe reinar en todo el departamento de máquinas.

Cualquiera persona extraña al personal encargado del manejo de las mismas que accidentalmente baje á ellas, solo permanecerá el tiempo extrictamente indispensable y estando continuamente vigilada.

En caso de maniobra y más especialmente si ella es originada por averías, el más caracterizado de los que en la máquina se encuentren es el que debe tomar la voz de mando para dirigir las operaciones que sean necesarias.

En todos los casos, la experiencia en el manejo de una máquina, dá las reglas más precisas para sus cuidados, tanto en marcha avante ó atrás, como también para su entretenimiento y conservación cuando no funciona.





FUNDACIÓN
JUANELO
TURRIANO

CAPITULO IV

COMBUSTIBLES

66. Combustión.—67. Combustibles.—68. Potencia calorífica.
—69. Peso de los carbones.—70. Carbones Cardiff y New-
castle —71. El carbón nacional con aplicación á la Marina.
72. Análisis comparativo del carbón nacional de las minas
de Aller.—73. Forma más provechosa de emplear el carbón.

66. Combustión.

La *combustión* consiste, en una rápida combinación del oxígeno del aire con ciertos elementos contenidos en las sustancias llamadas *combustibles*, acompañada de un desprendimiento abundante de calor y luz.

El oxígeno del aire es un cuerpo comburente, porque hace arder; esto es, alimenta ó sostiene la combustión de los elementos constitutivos de los combustibles, y entre los cuales ocupan lugar principalísimo el carbono y el hidrógeno.

Para que una combustión sea perfecta, se requiere la concurrencia de los siguientes factores:

a).—Una temperatura elevada.



FUNDACIÓN
JUANELO
TURRIANO

b).—Una corriente de aire suministrada en la medida de lo necesario.

c).—Que este mismo aire se introduzca y distribuya convenientemente.

d).—Que el fuego esté inteligentemente manejado ó dirigido.

e).—Por último, que á la combustión se le conceda el tiempo necesario para realizarse.

La condicional de la alta temperatura se explica, porque solo mediando esa circunstancia, es como puede realizarse la combinación química apuntada, que es precisamente en lo que la combustión estriba ó se basa.

Debe el aire estar medido con arreglo á la necesidad, porque si excesivo fuera, no dará lugar la rápida y precipitada corriente á que ceda el combustible el calor que posee, y si escaso, la combustión no será completa por deficiencia en el oxígeno de aire necesario á la combinación.

Que la introducción de aire debe ser acertada y bien distribuída lo hace ver con evidencia, la consideración de que precisa llegue á toda la masa de combustible y con toda ella establezca el contacto necesario para que se queme.

Innecesario parece decir ni razonar á qué resultados tan contrarios á una buena combustión, puede conducir la falta de idoneidad en la manera de conducir los fuegos; y por último, que es preciso conceder para que el fenómeno de la combustión se verifique por modo completo, el espacio de tiempo que esta operación necesariamente reclama para su total terminación.

En la llama y el humo están contenidos los resultados gaseosos de la combustión.



Cuando estos gases mezclados con el aire, vapor de agua, vapores bituminosos y el polvillo de los combustibles están al rojo, entonces forman lo que se nombra *llama*; si esta misma mezcla se enfía en parte dejando de ser luminosa, entonces se la designa por *humo*. Los vapores bituminosos y el polvillo que se deposita en las corrientes de las llamas, es lo que se conoce por *hollín*.

Las *cenizas* son polvos terrosos incombustibles que caen en el cenicero. Y las *escorias*, pequeños pedazos de carbón incompletamente quemados, que ván mezclados á diminutos fragmentos incombustibles ó carboncillas, que fundiéndose en las parrillas bajo la acción del calor, dificultan la combustión.

67. Combustibles.

Con el nombre de *combustible* en general, debe señalarse todo cuerpo que al combinarse con el oxígeno del aire, es manantial de luz y calor. En lenguaje más vulgar puede decirse, es una materia relativamente económica ó barata que arde fácilmente y produce por este medio gran cantidad de calor.

Para que en la industria un combustible pueda tener aplicación, necesita, entre otras ~~de~~ menos esencialidad, reunir las características siguientes:

a).—En poco peso, poder producir crecido número de calorías.

b).—Al quemarse, no debe producir gases nocivos á la salud.

c).—Existir en cantidades crecidas, y

d).—No ser de precio elevado.

Los combustibles empleados en la Marina, son los



minerales ó fósiles, llamados vulgarmente *carbones de piedra*, que son mucho menos caros y también menos voluminosos que las maderas. Las *hullas y antracitas* son los que mejor satisfacen las exigencias de la navegación.

Los elementos que en la composición de estas dos clases entran, son:

<i>Hullas</i> . . .	{	Carbono	De 75 á 93 partes
		Hidrógeno	— 6 á 4 —
		Oxígeno	— 19 á 3. —
<i>Antracitas</i> . .	{	Carbono	De 93 á 95 partes
		Hidrógeno	— 4 á 3 —
		Oxígeno	— 3 á 2 —

Las hullas se clasifican en tres clases:

1.º Las hullas *crasas* ó *grasas*, que fácilmente se encienden, producen mucho humo y cenizas y se funden sobre las parrillas, haciendo difícil el tiro y defectuoso, por tanto, su empleo.

2.º Las hullas *secas*, mejores que las crasas, pero produciendo en sus residuos cantidad abundante de carboncilla.

3.º Las hullas *compactas*, superiores á las precedentes, ardiendo bien, produciendo una larga llama blanquecina y dando muy poca carboncilla en sus residuos.

Las *antracitas* son hullas compuestas ó formadas de carbón casi puro; son más densas y por consiguiente menos voluminosas que los carbones bituminosos ó crasos. A igual peso producen más calor; pero cuando se las emplea solas, es decir, sin mezcla, arden con dificultad y exigen un tiro activado.



Su color es negro puro con brillo metálico. Su densidad de 1'4, en lugar de 1'29 á 1'32 que disfrutan las hullas.

Los *aglomerados* ó *briquetas*, que es otra de las formas en que los carbones se presentan para el consumo, son hullas crasas en fragmentos menudos ó en polvo, aglutinados con brea y alquitrán, y sometidos á prensa ó compresión para darle la forma de ladrillos.

Arden con bastante facilidad, porque á la de la hulla de que se componen, sumarse debe la que le prestan el alquitrán y la brea, de suyo tan combustibles. Pero producen abundante humo espeso, á cambio de la anterior ventaja y de la apreciable de prestarse á una mejor estiva que con el carbón ordinario.

En la apreciación de la bondad de un carbón para la Marina, deben pesarse las siguientes cualidades:

a).—Cantidad de agua vaporizada en una caldera, que varía de 7 á 10 kilogramos de agua por kilogramo de carbón consumido.

b).—Por la cantidad y naturaleza de los residuos que deja sobre la parrilla y en los ceniceros; residuos que no deben pegarse sobre las mismas ni exceder del 10 por 100.

c).—Por la cantidad de cuerpos extraños que contiene, susceptibles de originar combustiones espontáneas.

d).—Debe producir al arder una llama rojiza que se hace más y más blanquecina á medida que aumenta la intensidad de la combustión.

68. Potencia calorífica.

Por potencia calorífica en los combustibles debe



entenderse, el número de calorías desarrolladas por un kilogramo durante su completa combustión.

Este dato es de la mayor importancia para apreciar el valor industrial de un combustible, por cuanto su conocimiento es el que sirve para medirlo.

La potencia calorífica de algunos combustibles es la que sigue:

Hullas crasas	De 8000 á 8400 calorías	
— secas	— 7000 á 7200	—
— compactas	8500	—
Antracitas	8600	—
Lignitos	7000	—
Briquetas	8000	—
Madera	3000	—

Se sobreentiende que este poder calorífico es el teórico, que casi duplica al práctico.

La cantidad de agua vaporizada por kilo de carbón quemado y en relación á la bondad de éste, se expresa del siguiente modo:

1 kilogramo de carbón muy bueno .	Vaporiza 10	kg. de agua	
— — — bueno	—	8	— — —
— — — mediano	—	5	— — —
— — — malo	—	3'5	— — —
— — coke	—	9	— — —
— — pino	—	2'5	— — —

69. Peso de los carbones.

Ofrece interés conocer el peso del metro cúbico de cada una de las clases en que hemos agrupado los carbones para la navegación y en la forma en que se embarcan para el consumo.



Son estos:

1 metro cúbico de hullas crasas	800 á 820 kilogramos
— — — — secas	750 —
— — — — compactas	850 —
— — — — antracitas	900 —
— — — — lignitos	850 —
— — — — briquetas	950 —
— — — — madera	370 —

70. Carbones Cardiff y Newcastle.

Siendo más principalmente de estas procedencias el carbón extranjero que consumen los vapores españoles, señalaremos algunas de sus características como datos de ilustración general.

El *Cardiff* tiene un color negro brillante; es muy rico en carbono, lo que origina como consecuencia el que desarrolle mayor número de calorías que sus similares; se enciende con alguna dificultad y requiere una gran cantidad de aire para su combustión; produce poco humo, lo cual es factor muy ventajoso para su empleo en los buques y más especialmente en los de guerra.

Su composición química es la siguiente:

Carbono	84'25 partes
Hidrógeno	4'15 —
Nitrógeno	0'73 —
Azufre	0'86 —
Oxígeno	5'58 —
Cenizas	4'43 —
	<hr/>
	1000'0 —
Materias volátiles	15 á 20 por 100

Un kilogramo de carbón Cardiff contiene 0'915 kilogramos de carbono, 0,035 de hidrógeno, 0'040 de oxígeno y 0'010 de ceniza y escoria.

El *Newcastle*, también de color negro como el *Cardiff*, no se confunde con él por no ser brillante. Mancha mucho las manos al cojer un pedazo, y al tacto se experimenta una sensación como de tocar algo grasiento; contiene menor cantidad de carbono y mayor de hidrógeno.

Se enciende fácilmente, su llama es larga, no requiere gran cantidad de aire para su combustión, produce mucho humo.

Un kilogramo de carbón *Nekcastle* contiene 0'8795 de carbono, 0'0524 de hidrógeno y 0'068 entre oxígeno y ceniza.

El *Newcastle* es de precio inferior al *Cardiff*.

La mezcla de ambos resulta muy aceptable, pues el primero para quemado solo y por la gran cantidad de llama que produce, exige no pocos cuidados.

71. El carbón nacional con aplicación á la Marina.

La patriótica necesidad de contribuir en la medida de nuestros alcances á la vulgarización entre los españoles en general y más significadamente entre los Maquinistas de la Armada y del Comercio, de todo aquello que se relaciona con la producción y consumo del carbón nacional, mina inagotable de la riqueza pública, y prestigioso timbre de gloria para toda nación que llega á bastarse á sí misma en el consumo de un artículo, que es objeto de ilícito comercio desde el momento en que la declaración de guerra hace su necesidad más clara y evidente, es el móvil que nos im-



pulsa á tratar este particular con algún detenimiento.

Un país rico en carbones y que á la explotación de esta riqueza dedica atención preferentísima, figura siempre en primer término en el mundo industrial, porque el desarrollo de las industrias carboneras viene á ser el barómetro cuya escala marca el grado de prosperidad en las naciones modernas.

España debería ser el país que más carbón extrajese de sus minas, que para algo Dios nos la concedió en tan excepcional abundancia. Somos desgraciadamente de los que menos producen, y por singular contraste además, uno de los más fuertes consumidores en el de procedencia extranjera.

Y no se diga que la falta de adelanto en las demás industrias para las cuales el carbón es materia indispensable, justifica el no empleo en el consumo del país de partidas crecidas de este combustible.

Hoy requiere España más de *5 millones* de toneladas de carbón para satisfacer las exigencias del comercio, pues de 2.943.000, cifra que representaba ésta en el año 1890, hemos llegado á 4.609.521 toneladas en el de 1899, y 5.500.000 toneladas en 1905.

La producción nacional arrojó en 1890 solo un millón 226.000 toneladas, que en el año de 1899 han sido elevadas á 2.742.000, y en el de 1905 á 3.000.000 de toneladas, de las cuales corresponden á Asturias 1.500.000. Así, pues, y en números redondos, tenemos necesidad de importar anualmente 2,5 millones de toneladas, guarismo que á su vez significa ó representa el valor de nuestra incuria, falta de legislación protectora, y censurable estado de atraso.

El valor del carbón á boca-mina en los principales



países en 1904, ha sido el siguiente, en tonelada de 1,016 kilogramos y pesetas oro.

Estados-Unidos.	8'25
Inglaterra.	9'94
Alemania.	10'75
Bélgica.	12'97
Francia	13'55

No podemos aspirar por el momento á colocarnos en caso parecido al de Bélgica, Alemania, Estados Unidos é Inglaterra, cuyas naciones no solo satisfacen por sí mismas las necesidades de su elevado consumo como países eminentemente industriales, sino que siempre existe crecido superabit, á la exportación dedicado. Pero es deber de inexcusable patriotismo, procurar alcanzar cuanto antes el que todo nuestro consumo sea de producción nacional.

En buen hora que Holanda, Rumania, Turquía, Suecia é Italia, países en que la producción es nula ó insignificante, por la escasez de terrenos carboníferos ó mala calidad de los combustibles, se dobleguen á ser en esto tributarias de otras naciones; pero en España, lo repetimos, jamás encontrará justificación el que no se baste á sí misma en asunto que además de afectar á la riqueza pública, puede llegar á dificultar seriamente en el caso de una guerra internacional la defensa de la patria, como prácticamente tuvimos ya ocasión de apreciar en la pasada guerra con los Estados Unidos.



72. Análisis comparativo del carbón de las minas de Aller.

	<i>Cardiff</i>		<i>Aller</i>
Carbono	84'25	—	83'98
Hidrógeno	4'15	—	4'70
Nitrógeno	0'73	—	0'59
Azufre	0'86	—	0'90
Oxígeno	5'58	—	5'53
Cenizas	4'43	—	4'30
	100'00		100'00
Proporción de materias volátiles	15 á 20 p. 100	—	16 á 18 p. 100
Densidad	1'30		1'30

No pueden ser más análogas las condiciones de las dos clases de combustible, pareciendo, pues, lógico, deducir, que un *buen* carbón de Aller debe dar mejores resultados que el carbón *corriente* de Cardiff.

Para el consumo se presenta este carbón en tres formas: *cribado*, *aglomerado* y *menudo*.

En todas ellas, la potencia calorífica de la unidad es aproximadamente la misma; pero su mayor ó menor facilidad para arder ó consumirse de modo eficiente, es decir, con el más grande aprovechamiento de las calorías que contiene, establece precios desiguales. Entre el cribado y el menudo, suele existir una diferencia de 4 á 6 pesetas en tonelada.

73. Forma más provechosa de emplear el carbón.

Por lo que respecta á la manera de emplear el carbón, es conveniente la observancia de las instrucciones prácticas que siguen:



a).—Permítase que el carbón se queme gradualmente, siendo de la mayor importancia el que los fuegos no se perturben en manera alguna con barras, etcétera, etcétera. Todo lo necesario para el buen consumo, lo hace prácticamente el fuego mismo al quemarse. El único instrumento necesario es la pala, y solo con ella debe ejecutar su trabajo el fogonero, una vez que el carbón esté dentro del hogar. El violar estas sencillas reglas tan fáciles de cumplir, produce indudablemente una pérdida de vapor y un malgasto de carbón.

b).—Si fuese evidente que el carbón no se quema bien, puede punzarse por debajo, pero aún esto se procurará hacer las menos veces posibles.

c).—Las parrillas deben siempre estar completamente cubiertas, pues cualquiera clara entre el carbón impide la buena producción del vapor, debido á una corriente excesiva de aire.

d).—El espesor de la capa de fuego debe siempre depender del tiro; pero nunca conviene sea inferior á 4 pulgadas ni superior á 6. El maquinista puede fácilmente guiarse en este punto, observando detenidamente la llama, la que debe mantenerse lo más blanca posible. Si se pone roja, es señal evidente de que el fuego tiene demasiado espesor.

e).—Como es de gran importancia al manejar el carbón no romperlo en pedazos demasiado pequeños, conviene usar con preferencia un pico ó un martillo. Estando los fuegos en buen estado, pueden cuidadosamente echarse los pedazos pequeños para aprovechar económicamente todo el carbón. Tiene, sin embargo, bastante importancia, no echar en un mismo sitio mucho carbón menudo, ni tampoco cuando el fuego no está muy vivo.



f).—Las parrillas no deben estar separadas unas de otras más de media pulgada; el ancho conveniente para las mismas, es de pulgada y cuarto á pulgada y media.

Empleo de la expansión.

Acerca del empleo de la expansión, nos referimos á las explicaciones que quedan consignadas en el texto y á lo dicho acerca de las máquinas de expansión sucesiva, en las que tanto se utiliza.



CAPÍTULO V

Fórmulas, tablas y datos de carácter práctico útiles para los Maquinistas

74. Reglas prácticas para determinar áreas y volúmenes.—75. Legislación de Aduanas aplicable á máquinas y calderas.—76. Sistema métrico decimal.—77. Comparación de las medidas inglesas con las métricas.—78. Tablas de metros, yardas y piés.—79. Consumo de agua para los diversos tipos de máquinas.—80. Consumo de carbón según los tipos de máquinas.—81. Determinación práctica del consumo de carbón por singladura.—82. Equivalencia entre unidades mecánicas y eléctricas.—83. Peso de un metro cuadrado de plancha de diferentes metales.—84. Cuadrados, cubos y raíces.—85. Deberes y derechos de los Maquinistas, según el Código de Comercio.

74. Reglas prácticas para determinar áreas y volúmenes.

SUPERFICIES

Paralelógramo.

$$\text{Area} = \text{base} \times \text{altura.}$$



Triángulo.—Multiplíquese la base por la altura y divídase por 2.

$$\text{Area} = \text{base} \times \text{altura} \times \frac{1}{2}.$$

Trapecios.—(Una figura con dos lados paralelos y otros dos nó). Para hallar el área multiplíquese la suma de los lados paralelos por la distancia que los separa y divídase por dos.

$$\text{Area} = (\text{lado} + \text{lado}) \times \text{distancia} \times \frac{1}{2}.$$

Cuadrados y rombos.—(Rombo es un paralelógramo oblicuo con sus cuatro lados iguales).

$$\text{Area de cuadrado} = \text{cuadrado del lado}$$

$$\text{Area del rombo} = \text{mitad del producto de las diagonales.}$$

Polígono irregular.—Se encuentra el área, dividiéndolo en triángulos y trapecios, determinando las áreas de estas figuras y efectuando su suma.

Polígono regular.—Area igual al número de lados, por la longitud de uno, por el radio del círculo inscrito y por $1/2$.

$$\text{Area} = n \times l \times r \times \frac{1}{2}.$$

Círculo.—La circunferencia es igual al diámetro multiplicado por 3'1416 ó aproximadamente por $3 \frac{1}{7}$. El área es igual al cuadrado del diámetro multiplicado por 0'7854.

$$\text{Area} = d^2 \cdot 0'7854 \text{ igual también} = 3'1416 \times r^2.$$

Sector de círculo.—Multiplíquese la longitud del arco por el radio y por $1/2$.



Segmento del círculo.—Hállese el área del sector teniendo el mismo arco. Determínese también el área del triángulo formado por los dos radios y la cuerda. El área del segmento será igual á la suma ó diferencia de estas dos áreas anteriormente calculadas, según que el segmento sea mayor ó menor que un semicírculo.

Anillo.—Multiplíquese la suma de los diámetros por su diferencia y por 0'7854.

Parábola.—Área igual á base por altura y multiplicada por $\frac{2}{3}$.

Elipse.—Al producto de sus dos ejes multiplicado por 0'7854.

SÓLIDOS

Cubo.—Su superficie total es, la de una cara multiplicada por seis.

Su cabida, la longitud de una arista elevada al cubo.

Paralelepípedo.—Su superficie total es, la suma de las áreas de sus caras todas. Su cabida, el área de la base por la altura.

Cilindro y prisma.—La superficie es igual = (área de las dos bases) \times (el perímetro de una por la distancia entre las dos).

La cabida = área de la base por altura medida en una perpendicular. Esto puede ser también aplicado á los prismas y cilindros oblicuos.

Cono ó pirámide.—Superficie total igual á la circunferencia ó perímetro de la base multiplicado por el lado ó altura oblicua dividida por dos, más el área de la base. Más claro: superficie = $\frac{1}{2}$ (altura oblicua \times perímetro base) + área base.



Cabida igual al área de la base multiplicada por la tercera parte de una altura perpendicular.

Esfera.—Área igual al cuadrado del diámetro multiplicado por $3'1416$ ó $3\frac{1}{7}$. También cuatro veces el área de uno de sus círculos máximos. Las superficies de las esferas varían según los cuadrados de sus diámetros.

La cabida de una esfera es, el cubo de su diámetro multiplicado por $0'5236$.

75. Legislación de Aduanas aplicable á máquinas y calderas.

ARANCELES PARA PAGO DE DERECHOS DE 31 DICIEMBRE 1891

Clase primera.—Segundo grupo.—Carbón

6. Carbones minerales y el cok, los 1.000 kilogramos 3 ptas.—2'50 pts.

Clase undécima.—Segundo grupo.—Aparatos y máquinas

	<i>Pesetas.</i>	
162 Básculas, los 100 kilogramos	35'75	— 27'50
263 Máquinas agrícolas, id.	18'20	— 14'00
264 Máquinas motores de todas clases con ó sin calderas y las calderas sueltas, id.	21'60	— 18'00
265 Locomotoras, locomóviles y máquinas para la Marina, con sus calderas, ó las calderas sueltas, id.	33'60	— 28'00

ACLARACIONES

- 1.^a El carbón mineral y el cock se despacharán con sujeción al peso expresado en una certificación que el Cónsul de España en el punto de embarque dará



al Capitán del buque conductor, de las cantidades que reciba á bordo según las pólizas del fletamento y los conocimientos de embarque, cuya presentación exigirá al efecto.

Las Aduanas podrán, en caso de duda, hacer las comprobaciones necesarias.

2.^a Para la clasificación de las piezas de maquinaria, se tendrán presente las siguientes reglas:

a).—Por pieza suelta de maquinaria se entiende, todo objeto no comprendido expresamente con su nombre en partida alguna del Arancel, que por su forma y las condiciones en que se presenta al despacho en las Aduanas, aunque no esté completamente concluído, sea solo destinado y no pueda tener más aplicación que la de formar parte de una máquina que, en caso de venir concluída, debería aforarse por una de las partidas de maquinaria del Arancel.

b).—Los tubos, barras, ejes, tornillos, chapas, planchas, fondos de caldera, alambre y otros artículos tarifados expresamente en el Arancel, deben aforarse siempre por las partidas del mismo en que se hallan comprendidos, aunque vengan destinados para maquinaria.

c).—Los útiles, herramientas y utensilios que se emplean en las artes y en la industria no deben considerarse como piezas sueltas de máquinas, y deben adeudar los derechos de las partidas correspondientes á las materias de que están formados.

3.^a Se devolverán á los constructores ó reparadores de buques y *máquinas marinas* los derechos de Arancel que hayan satisfecho por los materiales de todas clases importados del extranjero para la cons-



trucción, carena y reparación de buques de hierro ó madera de cualquier cabida, por los efectos elaborados necesarios para su armamento, y por *materiales y calderas de vapor marinas*, cualquiera sea el sistema y fuerza de estos aparatos.

Para la devolución de los derechos se apreciarán el peso ó volumen de los materiales ó efectos, según están expresados en el Arancel, por el peso ó volumen que arroje la obra hecha ó rematada, de modo que la parte de derechos correspondientes á las mermas y derechos que resulten de la construcción ó de la transformación de aquéllos al aplicarse á las obras indicadas, quede á beneficio de la Hacienda.

Para la devolución, se cumplirán las reglas establecidas en las Ordenanzas de Aduanas.

4.^a Están libres de derechos de introducción:

Las bombas destinadas al salvamento de buques.

Y las piezas de maquinaria, las de metal y las de madera navales, introducidas para la reparación de embarcaciones extranjeras que entren en puertos españoles por arribada forzosa.

5.^a La instrucción para justificar la inversión de materiales en construir ó reparar calderas y máquinas de vapor marinas y devolver los derechos de aduanas satisfechos, contiene once prescripciones que deben tenerse en consideración y fué aprobada por Real decreto de 19 de Noviembre de 1886.



76. Pesos y medidas del sistema métrico.

SISTEMA MÉTRICO

Medidas de longitud

<i>Múltiplos</i>		<i>Submúltiplos</i>	
METRO, <i>unidad principal</i>		METRO, <i>unidad principal</i>	
Decámetro . . .	10	Decímetro . . .	0·1
Hectómetro . . .	100	Centímetro . . .	0·01
Kilómetro . . .	1.000	Milímetro . . .	0·001
Miriámetro . . .	10.000	Diezmilímetro . . .	0·0001
} metros		} del metro	

Medidas de peso

GRAMO		GRAMO	
Decágramo . . .	10	Decígramo . . .	0·1
Hectógramo . . .	100	Centígramo . . .	0·01
Kilogramo . . .	1.000	Milígramo . . .	0·001
Miriagramo . . .	10.000	Diezmilígramo . . .	0·0001
} gramos		} del gr.	

Medidas de capacidad

LITRO		LITRO	
Decálitro . . .	10	Decilitro . . .	0·1
Hectólitro . . .	100	Centilitro . . .	0·01
Kilólitro . . .	1.000	Mililitro . . .	0·001
Miriálitro . . .	10.000	Diezmililitro . . .	0·0001
} litros		} del litro	

Medidas de superficie

ÁREA		ÁREA	
Hectárea	100 áreas	Centiárea . . .	0·01 del área

Observaciones.—La unidad lineal ó de longitud es el metro. Es la diezmillonésima parte del arco de me-



ridiano terrestre, que mide la longitud del polo al ecuador. Este arco, que expresa la cuarta parte de la circunferencia terrestre, se ha medido escrupulosamente y de él se deriva el metro. Es, por tanto, una cantidad constante y en todo momento puede comprobarse su extensión.

El *metro cuadrado* es la unidad de superficie, como el metro lineal la de longitud.

El *metro cúbico*, es igualmente la unidad de volumen.

Un metro vale 10 decímetros, ó 100 centímetros, ó 1.000 milímetros.

Un metro cuadrado = 100 decímetros cuadrados, ó 10.000 centímetros cuadrados.

Un metro cúbico = 1.000 decímetros cúbicos, ó 1.000.000 centímetros cúbicos.

La unidad de peso es, como el metro una cantidad constante. Esta unidad, que es el *gramo*, equivale al peso de un centímetro cúbico de agua destilada á la temperatura de 4 grados centígrados sobre cero.

El kilogramo vale 1.000 gramos y equivale al peso de 1.000 centímetros cúbicos de agua, ó de un litro, que no es otra cosa que el equivalente de un cubo de un decímetro de largo, ancho y alto.

En Inglaterra la *libra avoir du poids* se emplea generalmente como nosotros el kilogramo, para expresar el peso de las máquinas.

La relación entre la *libra avoir du poids* y el kilogramo es como 0'453 : 1, ó lo que es lo mismo, la libra inglesa igual á 0'453 kilogramo. Si se quiere valuar en kilogramos el peso de una máquina inglesa de 5.000 libras, basta multiplicar 5.000 por 0'453, y el producto 2.265 expresa el peso en kilogramos.



77. Comparación de las medidas inglesas.

MEDIDAS DE LONGITUD

<i>Inglesas</i>	<i>Métricas</i>
1 inch (pulgada, $\frac{1}{36}$ de la yarda)	2 centímetros 540
1 foot (pie, $\frac{1}{3}$ de la yarda)	3 decímetros 0479
1 Yard Imperial (yarda, unidad principal)	0 metros 914
1 fathom (2 yardas)	1 metro 828
1 furlong (220 yardas)	201 metros 164
1 mille (1760 yardas)	1609 metros 315

<i>Métricas</i>	<i>Inglesas</i>
1 milímetro	0 pulgadas 039
1 centímetro	0 — 3937
1 decímetro	3 — 937
1 metro	39 — 37
	3 — 281
	1 — 093
1 kilómetro	0 millas 621

MEDIDAS DE SUPERFICIE

<i>Inglesas</i>	<i>Métricas</i>
La pulgada cuadrada	6'45 centímetros cuadrados
El pie cuadrado	9'29 decímetros cuadrados
1 yarda cuadrada	0 metros cuadrados 836

<i>Métricas</i>	<i>Inglesas</i>
1 centímetro cuadrado	0 pulgadas cuadradas 15500
1 metro cuadrado	1 yarda cuadrada 196
	10 pies cuadrados 7639
1 área	119 yardas cuadradas 60

MEDIDAS DE VOLUMEN

<i>Métricas</i>	<i>Inglesas</i>
1 centímetro cúbico	0 pulgadas cúbicas 0510
1 decímetro cúbico	61 pulgadas cúbicas 024
1 metro cúbico	35 pies cúbicos 3148
	1 yarda cúbica 307954



MEDIDAS DE CAPACIDAD

*Inglesas**Métricas*

Pint ($\frac{1}{8}$ de gallón) . . .	0 litros 568
Quart ($\frac{1}{4}$ de gallón) . . .	1 litro 1358
Gallón Imperial	4 litros 5434
Bushel (8 gallons).	36 litros 347
Quarters (8 bushels).	2 hectólitos 9078

*Métricas**Inglesas*

Litro	{ 1 pint 761
	{ 0 gallon 2201
Decálitro	2 gallons 201
Hectólitro	22 gallons 01

PESOS

*Inglesas**Métricas*

Libra avoir du poids.	0 kilogramos 453
Quintal (112 libras)	50 kilogramos 68
Tonelada (20 quintales).	1015 kilogramos 65

*Métricas**Inglesas*

Kilogramo	2 libras avoir du poids 2055
Tonelada (1000 kilogramos)	0 toneladas 9842

EQUIVALENCIAS APROXIMADAS

1 milímetro	igual á $\frac{1}{25}$ pulgada.
1 metro.	— 3 pies, 3 pulgadas y $\frac{3}{8}$ de yarda
1 kilómetro	— $\frac{5}{8}$ de milla
1 pulgada	— $2\frac{1}{2}$ centímetro
1 milla.	— $1\frac{3}{5}$ kilómetro.
<hr/>	
1 pulgada cuadrada	igual á 6 $\frac{1}{2}$ centímetros cuadrados
1 metro cuadrado	— 10 $\frac{3}{4}$ pies cuadrados
1 yarda cuadrada	— $\frac{5}{6}$ metro cuadrado
<hr/>	
1 yarda cúbica	igual á $\frac{3}{4}$ metro cúbico
1 metro cúbico	— $1\frac{1}{3}$ yarda cúbica
1 litro	— $1\frac{3}{4}$ pints
1 gallón	— 4 $\frac{1}{2}$ litros.
1 pie cúbico	— 28'3 litros
<hr/>	
1 kilogramo	igual á 2 $\frac{1}{5}$ libras.



78. Tabla de metros, yardas y piés.

Cen- tímetros	Pul- gadas	Metros	Yards (yardas)	Fech (piés)
		1 = . . .	1'09 = . . .	3'281
		2 = . . .	2'18 = . . .	6'562
		3 = . . .	3'27 = . . .	9'843
		4 = . . .	4'36 = . . .	13'123
		5 = . . .	5'45 = . . .	16'404
		6 = . . .	6'54 = . . .	19'685
		7 = . . .	7'63 = . . .	22'966
		8 = . . .	8'72 = . . .	26'247
		9 = . . .	9'81 = . . .	29'527
		10 = . . .	10'936 = . . .	32'809
		11 = . . .	12'03 = . . .	36'09
		12 = . . .	13'12 = . . .	39'37
		13 = . . .	14'22 = . . .	42'65
		14 = . . .	15'31 = . . .	45'93
		15 = . . .	16'4 = . . .	49'21
		16 = . . .	17'5 = . . .	52'49
		17 = . . .	18'59 = . . .	55'76
		18 = . . .	19'68 = . . .	59'06
		19 = . . .	20'78 = . . .	62'34
		20 = . . .	21'87 = . . .	65'618
		30 = . . .	32'81 = . . .	98'427
0	0	40 = . . .	43'74 = . . .	131'236
		50 = . . .	54'68 = . . .	164'045
		60 = . . .	65'616 = . . .	196'84
		70 = . . .	76'58 = . . .	229'66
		80 = . . .	87'49 = . . .	262'47
		90 = . . .	98'42 = . . .	295'28
2 1/2	1	100 = . . .	109'36 = . . .	328'09
		200 = . . .	218'72 = . . .	656'18
		300 = . . .	328'08 = . . .	984'27
		400 = . . .	437'44 = . . .	1312'36
		500 = . . .	546'8 = . . .	1640'45
		600 = . . .	615'16 = . . .	1968'54
		700 = . . .	765'52 = . . .	2296'63
		800 = . . .	874'88 = . . .	2624'72
		900 = . . .	984'24 = . . .	2952'81
5	2	1000 = . . .	1093'63 = . . .	3280'9
		8000 = . . .	5 millas próximamente.	



79. Consumo de agua de alimentación para los diversos tipos de máquinas.

Los datos que siguen son promedios de consumo de agua expresados en libras, para diversos tipos de máquinas

TIPO DE MÁQUINA	Presión en libras á que trabajan las calderas.	Consumo en libras por caballo y hora.
De válvula de resbalamiento (S. C.)	80	35 á 45
Con aparato automático de expansión (S. C.)	80	30 — 35
Con aparato automático de expansión	100	26 — 30
Simple, tipo Corliss (S. C.)	80	25 — 30
Compound, con expansión automática (S. C.)	100	24 — 28
Compound, con expansión automática	125	21 — 25
Simple, tipo Corliss (C. C.)	80	22 — 25
Compound, con expansión automática	100	18 — 24
Compound, con expansión automática	125	16 — 20
Compound, tipo Corliss (C. C.) . .	100	16 — 20
— — — — —	125	15 — 19
Triple expansión (C. C.)	125	14 — 16
— — — — —	150	13 — 15

S. C. = Sin condensación. *C. C.* = Con condensación.

Los valores en la anterior tabla representados, se benefician mucho cuando se trata de máquinas, no de tipo mediano como las anteriores, sino de fuerza crecida.

80. Consumo de carbón según los tipos de máquinas

Máquinas	simples	sin condensación	1'36 kg. á 2'49 caballo-hora
—	—	con	— 0'91 — á 1'81 — —
—	compound	sin	— 1'13 — á 1'36 — —
—	—	con	— 0'72 — á 1'25 — —
—	triple	—	— 0'56 — á 0'79 — —



81.—Determinación práctica del consumo de carbón por singladura

Cables indicados			=ton.das en 24 horas, si el consumo por hora y caballo es de 0'45 kg. 1'0 lb.		
»	X0'01071	=	»	»	0'50 » 1'10 »
»	X0'011781	=	»	»	0'54 » 1'20 »
»	X0'012852	=	»	»	0'57 » 1'25 »
»	X0'013375	=	»	»	0'58 » 1'60 »
»	X0'013953	=	»	»	0'63 » 1'30 »
»	X0'015124	=	»	»	0'68 » 1'50 »
»	X0'016095	=	»	»	0'72 » 1'60 »
»	X0'017166	=	»	»	0'77 » 1'70 »
»	X0'018237	=	»	»	0'79 » 1'75 »
»	X0'01877	=	»	»	0'81 » 1'80 »
»	X0'019308	=	»	»	0'86 » 1'90 »
»	X0'020379	=	»	»	0'90 » 2'00 »
»	X0'02142	=	»	»	

82.—Equivalencias entre unidades mecánicas y eléctricas.

<i>Unidades</i>		<i>Equivalentes</i>
1 unidad de calor	1.048	watts-segundos.
	108	kilogrametros.
	0'000291	kilowatt-hora.
	0'000388	caballo-hora.
	0'0000667	libra carbón quemado.
	0'00078	libra agua evaporada á 100° c
1 caballo de vapor.	746	watts.
	0'746	kilowatt.
	33.000	pies-libras por minuto.
	500	pies-libras por segundo.
	2 580	unidades de calor por hora.
	43	unidades de calor por minuto.
	0'71	— — — segundo
	2'25	libras-agua evaporada á 100° c.
1 caballo hora. . .	0'746	kilowatt-hora.
	2 580	unidades de calor.
	273 740	kilogrametros.
	2'25	libras-agua evaporada á 100° c.
1 watt.	1	joule por segundo.
	0'00134	caballo.
	0'001	kilowatt.
	3'44	unidades de calor por hora.
	0'003	libra-agua evaporada por hora.
1 kilowatt	1.000	watts.
	1'34	caballos.
	3.440	unidades calor por hora.
	573	— — — minuto.
	9'55	— — — segundo.
	3	libras-agua evaporada por hora á 100° c.



1 kilowatt hora.	{	1.000	watts-horas.
		1'34	caballo-hora.
		3.600.000	joules.
		3 400	unidades calor
		366 848	kilogrametros.
		3	libras-agua evaporada á 100° c.

1 kilogra- metro . .	{	0'0000366	caballo-hora.
		0'0000272	kilowatt-hora.
		0'0092	unidades calor.

1 joule.	{	1	watt-segundo.
		0'00000278	kilowatt-hora.
		0'102	kilogrametro.
		0'00094	unidades calor.



83.—Peso de 1 metro cuadrado de plancha de diferentes metales

ESPESOR	HIERRO	ACERO	COBRE	PLOMO	ZINC	ESPESOR
Pulgadas	Kilogramos	Kilogramos	Kilogramos	Kilogramos	Kilogramos	Milímetros
1/16.	12'20	12'68	14'15	18'06	11'22	1'59
1/8.	24'40	25'36	28'30	36'12	22'93	3'17
3/16.	36'60	38'04	42'45	54'18	34'11	4'76
1/4.	48'80	50'72	56'60	72'24	45'87	6'37
5/16.	61'00	63'41	70'75	90'30	57'10	7'94
3/8.	73'20	76'10	83'93	108'36	68'32	9'52
7/16.	85'40	88'79	97'60	126'42	80'03	11'11
1/2.	97'60	101'48	111'75	144'48	91'25	12'70
9/16.	109'80	114'16	125'42	162'54	102'97	14'29
5/8.	122'00	126'84	139'57	180'60	114'19	15'87
11/16.	134'20	139'52	153'72	198'66	125'42	17'46
3/4.	146'40	152'20	167'82	216'72	137'12	19'05
13/16.	158'60	164'88	181'97	234'78	148'35	20'64
7/8.	170'80	177'56	195'20	252'84	160'06	22'22
15/16.	183'00	190'24	203'55	270'90	172'39	23'81
1.	195'20	202'92	223'50	288'90	183'00	25'40



84.—Cuadros, Cubos, Raices cuadradas y cúbicas.

N.º	Cua- drados	Cubos	✓	³ ✓	N.º	Cua- drados	Cubos	✓	³ ✓
1	1	1	1.000	1.000	51	2601	132651	7.141	3.708
2	4	8	1.414	1.259	52	2704	140608	7.211	3.732
3	9	27	1.732	1.442	53	2809	148877	7.280	3.756
4	16	64	2.000	1.587	54	2916	157464	7.348	3.779
5	25	125	2.236	1.709	55	3025	166375	7.416	3.802
6	36	216	2.449	1.817	56	3136	175616	7.483	3.826
7	49	343	2.645	1.912	57	3249	185193	7.549	3.848
8	64	512	2.828	2.000	58	3364	195112	7.615	3.870
9	81	729	3.000	2.080	59	3481	205379	7.681	3.892
10	100	1000	3.162	2.154	60	3600	126000	7.745	3.914
11	121	1331	3.316	2.223	61	3721	226981	7.810	3.936
12	144	1728	3.464	2.289	62	3844	238328	7.874	3.957
13	169	2197	3.605	2.381	63	3969	250047	7.937	3.979
14	196	2744	3.741	2.410	64	4096	262144	8.000	4.000
15	225	3375	3.872	2.463	65	4225	274625	8.062	4.020
16	256	4096	4.000	2.519	66	4356	287496	8.124	4.041
17	289	4913	4.123	2.571	67	4489	300763	8.185	4.061
18	324	5832	4.242	2.620	68	4624	314432	8.246	4.081
19	361	6859	4.358	2.668	69	4761	328509	8.306	4.101
20	400	8000	4.472	2.714	70	4900	343000	8.366	4.121
21	441	9261	4.582	2.758	71	5041	359911	8.226	4.140
22	484	10643	4.690	2.802	72	5184	378248	8.485	4.160
23	529	12167	4.795	2.843	73	5329	389017	8.544	4.179
24	576	13824	4.898	2.884	74	5476	405224	8.602	4.198
25	625	15625	5.000	2.924	75	5625	421875	8.660	4.217
26	676	17576	5.099	2.962	76	5776	438976	8.717	4.235
27	729	19683	5.196	3.000	77	5929	456333	8.774	4.254
28	784	21952	5.291	3.036	78	6084	474552	8.831	4.272
29	841	24389	5.385	3.072	79	6241	493039	8.888	4.290
30	900	27000	5.477	3.107	80	6400	512000	8.944	4.308
31	961	29721	5.567	3.141	81	6561	531441	9.000	4.326
32	1024	32768	5.656	3.174	82	6724	551368	9.055	4.344
33	1089	35937	5.744	3.207	83	6889	571787	9.110	4.362
34	1158	39304	5.830	3.239	84	7056	592704	9.165	4.379
35	1225	42875	5.916	3.271	85	7225	614125	9.219	4.396
36	1296	46656	6.000	3.301	86	7396	636056	9.273	4.414
37	1369	50653	6.082	3.332	87	7569	658503	9.327	4.431
38	1444	54872	6.164	3.361	88	7744	681472	9.380	4.447
39	1521	59319	6.244	3.391	89	7921	704969	9.433	4.464
40	1600	64000	6.324	3.420	90	8100	729000	9.486	4.480
41	1681	68921	6.403	3.448	91	8281	753571	9.539	4.497
42	1764	74088	6.480	3.476	92	8464	778688	9.591	4.514
43	1849	79507	6.557	3.503	93	8649	804367	9.643	4.530
44	1936	85184	6.633	3.530	94	8836	830584	9.695	4.546
45	2025	91125	6.708	3.556	95	9025	857375	9.746	4.560
46	2116	97336	6.782	3.583	96	9216	884736	9.797	4.578
47	2209	103823	6.855	3.608	97	9409	912673	9.848	4.594
48	2304	110592	6.928	3.634	98	9604	941192	9.899	4.610
49	2401	117649	7.000	3.659	99	9801	979299	9.949	4.626
50	2500	125000	7.081	3.684	100	10000	1000000	10.000	4.641



N.º	Cua- drados	Cubos	✓	3 ✓	N.º	Cua- drados	Cubos	✓	3 ✓
105	11025	1157625	10.24	4.717	360	129600	46656000	18.97	7.113
110	22100	1331000	10.48	4.791	365	133225	48627125	19.10	7.146
115	13225	1520875	10.72	4.862	370	136900	50653000	19.23	7.179
120	14400	1728000	10.85	4.932	375	140625	52734375	19.36	7.211
125	15625	1953125	11.18	5.000	380	144400	54872000	19.49	7.243
130	16900	2197000	11.40	5.065	385	148225	57066625	19.62	7.274
135	18225	2460375	15.61	5.129	390	152200	59319000	19.74	7.306
140	19600	2744000	11.83	5.192	395	156025	61-29875	19.87	7.337
145	21025	3048625	12.04	5.253	400	160000	64000000	20.00	7.368
150	22500	3375000	12.24	5.313	405	164025	66430125	20.12	7.398
155	24025	3723875	12.44	5.371	410	168100	68921000	20.24	7.428
160	25600	4096000	12.64	5.428	415	172225	71473375	20.37	7.459
165	27225	3492125	12.84	5.484	420	176400	74088000	20.49	7.488
170	28900	4913000	13.03	5.539	425	180625	76765625	20.61	7.518
175	30625	5359375	13.22	5.595	430	184900	79507000	20.736	7.547
180	32400	5832000	13.41	5.646	435	189225	82312875	20.856	7.576
185	34225	6331625	13.60	5.698	440	193600	85184000	20.976	7.605
190	36100	5855000	13.78	5.743	445	198025	88121125	21.095	7.634
195	38025	7414875	13.96	5.798	450	202500	91125000	21.213	7.663
200	40000	8000000	44.14	5.848	455	207025	94196375	21.330	7.691
205	42025	8615125	14.31	5.896	460	211600	97336000	21.447	7.719
210	44100	9261000	44.49	5.943	465	216225	100544625	21.563	7.747
215	46225	9936375	14.66	5.990	470	220900	103823000	21.679	7.774
220	48400	10648000	14.83	6.036	475	225625	107171875	21.794	7.802
225	50625	11390625	15.00	6.082	480	230400	110592000	21.908	7.829
230	52900	12167000	15.16	6.126	485	235225	114084125	22.022	7.856
235	55225	12977875	15.32	6.171	490	240100	117649000	22.135	7.883
240	57600	13824000	15.49	6.214	495	245025	121287375	22.248	7.910
245	60025	14706125	15.65	6.257	500	250000	125000000	22.360	7.987
250	62500	15625000	15.81	6.299	510	260100	132651000	22.583	7.989
255	65025	16581375	15.96	6.341	520	270400	140608000	22.803	8.941
260	67600	17576000	16.12	6.382	540	291600	157464000	23.237	8.143
265	70225	18609625	16.27	6.423	560	313600	175616000	23.664	8.247
270	72900	19683000	16.43	6.463	565	336400	195112000	24.083	8.339
275	75625	20796875	16.58	6.502	600	360000	216000000	24.494	8.434
280	78400	21952000	16.73	6.542	625	390625	244140625	25.000	8.549
285	81225	23149125	16.88	6.580	650	422500	274525000	25.495	8.662
290	84100	24389000	17.02	6.619	675	455625	307546875	25.980	8.772
295	87025	25672375	17.17	6.656	700	490000	343000000	26.457	8.879
300	90000	27000000	17.32	6.694	725	525625	381078125	26.925	8.983
305	93025	28372625	17.46	6.731	750	562500	421875000	27.386	9.085
310	96100	29791000	17.60	6.767	775	600625	465484375	27.838	9.185
315	99225	31255875	17.74	6.804	800	640000	512000000	28.284	9.283
320	102400	32768000	17.88	6.839	825	680625	561515625	28.722	9.378
325	105625	34328125	18.02	6.875	850	722500	614125000	29.154	9.472
330	108900	35937000	18.16	6.910	875	765625	669921875	29.580	9.564
335	112225	37595375	18.30	6.945	900	810000	729000000	30.000	9.654
340	115600	39304000	18.43	6.979	925	865625	791453125	30.413	9.743
345	119025	41063625	18.57	7.013	950	902500	867375000	30.822	9.830
350	122500	42875000	18.70	7.047	975	950625	926859375	31.224	9.915
355	126025	44738875	81.84	7.080	1000	1000000	1000000000	31.622	1.0000



85.—Deberes y derechos que señala el Código de Comercio en su artículo 632 á los Maquinistas embarcados.

1.º Para poder ser embarcado como maquinista naval formando parte de la dotación de un buque mercante, será necesario reunir las condiciones que las Leyes y Reglamentos exijan, y no estar inhabilitado con arreglo á ellas para el desempeño de su cargo. Los maquinistas serán considerados como oficiales de la nave; pero no ejercerán mando ni intervención sino en lo que se refiera al aparato motor.

2.º Cuando existan dos ó más maquinistas embarcados en un buque, hará uno de ellos de jefe, y estarán á sus órdenes los demás maquinistas y todo el personal de las máquinas: tendrá además á su cargo el aparato motor, las piezas de respeto, instrumentos y herramientas que al mismo conciernen, el combustible, las materias lubricadoras y cuanto, en fin, constituye á bordo el cargo del maquinista.

3.º Mantendrá las máquinas y calderas en buen estado de conservación y limpieza, y dispondrá lo conveniente á fin de que estén siempre dispuestas para funcionar con regularidad, siendo responsable de los accidentes ó averías que por su descuido ó impericia se causen al aparato motor, al buque y al cargamento, sin perjuicio de la responsabilidad criminal á que hubiere lugar si resultase probado haber mediado delito ó falta.

4.º No emprenderá ninguna modificación en el aparato motor, ni procederá á remediar las averías que hubiese notado en el mismo, ni alterará el regi-



men normal de su marcha, sin la autorización previa del capitán, al cual si se opusiera á que se verificasen le expondrá las observaciones convenientes en presencia de los demás maquinistas ú oficiales; y si, á pesar de esto, el capitán insistiese en su negativa, el maquinista jefe hará la oportuna protesta, consignándola en el cuaderno de máquina, y obedecerá al capitán, que será el único responsable de las consecuencias de su disposición.

5.º Dará cuenta al capitán de cualquier avería que ocurra en el aparato motor, y le avisará cuando haya que parar las máquinas por algún tiempo ú ocurra algún accidente en su departamento del que deba tener noticia inmediata el capitán, enterándole además con frecuencia acerca del consumo de combustible y materias lubricadoras.

6.º Llevará un libro ó registro titulado **Cuaderno de Máquina**, en el cual se anotarán todos los datos referentes al trabajo de las máquinas; como son, por ejemplo, el número de hornos encendidos, las presiones del vapor en las calderas y cilindros, el vacío en el condensador, las temperaturas, el grado de saturación del agua en las calderas, el consumo del combustible y de materias lubricadoras, y, bajo el epígrafe de *Ocurrencias notables*, las averías y descomposiciones que ocurran en máquinas y calderas, las causas que las produjeron y los medios empleados para repararlas; también se indicarán, tomando los datos del cuaderno de bitácora, la fuerza y dirección del viento, el aparejo largo y el andar del buque.



CAPITULO VI

EJERCICIOS PRÁCTICOS

1

Se desea construir un recipiente cilíndrico de la capacidad de 50 litros. El diámetro debe ser igual á la altura; ¿cuál será esta medida?

$$\text{Volumen cilindro} = \pi r^2 \times a$$

$$v = 50$$

$$a = 2r$$

Sustituyendo en la fórmula que dá el volumen.

$$50 = 3'1415 \times r^2 \times 2r = r^3 \times 6'2830$$

$$r^3 = \frac{50}{6'2830} = 7'9$$

$$r = \sqrt[3]{7'9} = 1'996, \quad 2r = 3'993$$

$$a = 3'993 \text{ dm.}$$

2

Un rectángulo tiene 35 m² de superficie y 4'15 m. de altura, ¿cuál será la otra dimensión?

$$s = b \times a$$

$$s = 35 \quad a = 4'15$$

$$b = \frac{s}{a} = \frac{35}{4'15} = 8'43 \text{ metros.}$$



3

¿Cuál es la raíz cuadrada de la fracción $\frac{5}{6}$ con una milésima de aproximación?

Se tiene $\frac{5}{6} = 0,8333$

$$\sqrt{0,8333} = 0,91$$

4

Quince hombres producen sobre una palanca un esfuerzo de 1.000 kilos, ¿cuántos hombres será preciso emplear en las mismas circunstancias para producirlo de 3.000 kilogramos?

La proporción que se forma es la que sigue:

$$1.000 : 3.000 :: 15 : \varphi$$

$$\varphi = \frac{3.000 \times 15}{1.000} = 45 \text{ hombres.}$$

5

Una rueda animada de la velocidad de 100 revoluciones por minuto recorre un espacio de 150 metros, ¿cuál sería el espacio recorrido si la velocidad fuese de 50?

$$100 : 50 :: 150 : \varphi$$

$$\varphi = \frac{150 \times 50}{100} = 75 \text{ metros.}$$

6

El lado de un cuadrado tiene de longitud seis metros, ¿cuál será su diagonal?

$$D = 6 \times 1,414 = 8,484 \text{ metros.}$$



Se funda esta resolución, en que la diagonal de un cuadrado es siempre igual á uno de los lados multiplicado por $\sqrt{2}$ y $\sqrt{2} = 1'41$.

7

¿Cuál es el radio y por consiguiente el diámetro de un círculo cuya circunferencia es 8'5 metros?

$$C = 2 \pi r, \quad r = \frac{C}{2\pi}$$

$$r = \frac{8'5}{6'2832} = 1'35 \text{ metros y } D = 1'35 \times 2 = 2'70 \text{ metros}$$

8

¿Cuál es el radio de un círculo cuya superficie es 3'46 m²?

$$\text{Superficie} = \pi r^2, \quad r^2 = \frac{\text{superficie}}{\pi}$$

$$r^2 = \frac{3'46}{3'1416} = 1'1025 \text{ metros.}$$

$$r = \sqrt{1'1025} = 1'05 \text{ metros}$$

9

A, B y C, son tres operarios que juntos han fabricado un cilindro ajustado en 1.000 pesetas. El jornal del primero es de pesetas 5, 4 el del segundo y 3 el del tercero.

¿Cómo deben repartirse proporcionalmente las 1.000 pesetas entre los tres operarios, en el supuesto de que el primero trabajó 30 días, 50 el segundo y 60 el tercero?

5 ×	30	= 150 pesetas jornales del primero	
4 ×	50	= 200 — — — segundo	
3 ×	60	= 180 — — — tercero.	
150 +	200 + 180	= 530 suma de jornales.	
530 :	1.000 :	150 :	x = 283'01 ptas. corresponden al primero
530 :	1.000 :	200 :	y = 377'36 — — — segundo
530 :	1.000 :	180 :	z = 339'62 — — — tercero



10

Se deseaba saber la longitud que tiene un arco de 45 grados, perteneciente á una circunferencia de 3'50 metros de longitud:

$$\text{Longitud arco} = \frac{\text{Longitud circunferencia} \times \text{número de grados}}{360}$$

$$\text{Longitud arco} = \frac{3'50 \times 45}{360} = 0'4375 \text{ metros.}$$

11

¿Cuál es la superficie de una elipse, cuyo eje mayor es de diez centímetros y el menor seis?

$$\begin{aligned} \text{Area} &= \text{Eje mayor} \times \text{Eje menor} \times 0'7854. \\ &= 10 \times 6 \times 0'7854 = 47'124 \text{ centímetros cuadrados} \end{aligned}$$

12

¿Cuál es la superficie de una esfera cuyo diámetro es de 0'25 metros?

Se multiplica el cuadrado del diámetro por 3'1416 y el producto será la superficie.

$$0'25^2 \times 3'1416 = 0'196 \text{ metros cuadrados.}$$

13

La velocidad de una rueda sometida á movimiento uniforme es de 3 metros por segundo, ¿qué espacio habrá recorrido al cabo de 10 segundos?

$$E = V \times T$$

$$\text{Espacio} = \text{Velocidad} \times \text{Tiempo}$$

$$E = 3 \times 10 = 30 \text{ metros.}$$



14

El espacio recorrido por un móvil durante 20 segundos fué de 60 metros, ¿cuál era la velocidad?

$$E = V \times T$$

$$V = \frac{E}{T}$$

$$V = \frac{60}{20} = 3 \text{ metros}$$

15

Se desea saber la velocidad de caída que tiene un cuerpo á los 20 segundos, hecha abstracción de resistencias.

La velocidad que un cuerpo adquiere en un tiempo dado cayendo libremente en el vacío, se determina multiplicando el tiempo expresado en segundos por 9'81 metros.

Por tanto, en el ejemplo propuesto, tendremos:

$$V = 20 \times 9'81 = 196'2 \text{ metros.}$$

16

Una vagoneta cargada con 1.000 kilogramos de peso y animada de una velocidad de 5 metros por segundo, ¿qué resistencia presentará en virtud de la inercia para ser detenida?

El trabajo para vencer la inercia crece como el cuadrado de la velocidad dada á la carga: este trabajo está expresado por la fórmula

$$I = \frac{m v^2}{2}$$

Pero como la masa $m = \frac{P = \text{Peso}}{g = \text{gravedad}}$ y $g = 9'81$ la fórmula se convierte en



$$I = \frac{P \times v^2}{2 \times 9'81}$$

Sustituyendo los valores dados

$$I = \frac{1000 \times 25}{2 \times 9'81} = 1274 \text{ kilogrametros}$$

17

Se aplica al brazo de una palanca una fuerza de 60 kilogramos á la distancia de 10 centímetros del punto de apoyo: ¿á qué resistencia colocada á la distancia de 6 centímetros del punto de apoyo hará equilibrio?

$$R = \frac{P \times \text{su brazo de palanca}}{\text{brazo de palanca de la resistencia}}$$

$$R = \frac{60 \times 10}{6} = 100 \text{ kilogramos de resistencia.}$$

18

Una potencia de 60 kilogramos se aplica á la distancia de 10 centímetros del punto de apoyo; ¿á qué distancia del punto de apoyo será necesario aplicar una resistencia de 90 kilogramos para establecer el equilibrio?

$$\text{Brazo palanca resistencia} = \frac{P \times \text{su brazo palanca}}{R}$$

$$= \frac{60 \times 10}{90} = 6'6 \text{ centímetros,}$$

distancia de la resistencia al punto de apoyo

19

Una resistencia de 10 kilogramos está colocada á la distancia de 10 centímetros del punto de apoyo, ¿qué potencia será preciso aplicar al otro lado y á una distancia de 30 centímetros para equilibrarla?



$$\begin{aligned} \text{Potencia} &= \frac{\text{Resistencia} \times \text{su brazo de palanca}}{\text{brazo de la potencia}} \\ &= \frac{10 \times 10}{30} = \frac{100}{30} = 3'33 \text{ kilogramos,} \end{aligned}$$

potencia necesaria solamente para equilibrar.

20

Un depósito de hierro de forma de paralelepípedo rectangular tiene 15'25 metros largo, 9'15 ancho y 0'759 altura, ¿qué cantidad de agua del mar puede contener dentro?

$$15'25 \times 9'15 \times 0'759 = 105'909 \text{ m}^3 \text{ de volumen}$$

$105'909 \times 1'027$ (densidad del agua del mar) = cantidad de agua del mar en toneladas = 108'768.

21

Un depósito de hierro de la misma forma que el del caso anterior, y dimensiones de 1 metro alto, 1 largo y 1 ancho, ¿cuántos kilogramos de aceite podrá contener?

$$1 \times 1 \times 1 = 1 \text{ m}^3 \text{ volumen del depósito}$$

$1 \times 0'995$ (densidad del aceite de oliva) = 995 kilogramos de aceite de oliva.

22

El consumo de carbón en un vapor es de 10 toneladas al día á la velocidad de 10 millas, ¿cuál será el consumo en un viaje cuyo recorrido sea de 3.000?

$$10 \times 24 = 240 \text{ millas, camino en 24 horas.}$$

$$240 : 3.000 :: 10 : \varphi$$

$$\varphi = 125 \text{ toneladas, consumo todo el viaje.}$$



23

Si la velocidad fuese de cinco millas y la distancia á recorrer de 6 000 millas, ¿cuánto carbón se necesitaría consumiendo por día 5 toneladas?

$$\begin{aligned} 5 \times 24 &= 120 \text{ millas, camino en 24 horas} \\ 120 : 6000 &:: 5 : \varphi \\ \varphi &= 250 \text{ toneladas, consumo todo el viaje.} \end{aligned}$$

24

Un vapor de 70 toneladas de consumo diario á la velocidad de 15 millas, lleva una provisión de 1 000 toneladas en carboneras á su salida de Cádiz para la Habana; ¿con cuánto carbón llegará á la Habana después de recorrer las 4.000 millas que hay de distancia entre los dos puertos citados?

$$\begin{aligned} 15 \times 24 &= 360 \text{ millas, camino en 24 horas} \\ 360 : 4000 &:: 70 : \varphi \\ \varphi &= 777 \text{ toneladas} \\ 1000 - 777 &= 223 \text{ toneladas, cantidad de carbón sobrante} \\ &\text{á su llegada á la Habana.} \end{aligned}$$

25

Un vapor debe hacer un viaje de 2 274 millas con una provisión de 400 toneladas. Después de haber recorrido una distancia de 1.360 millas, ha consumido 160 toneladas de carbón; ¿caminando siempre con esa misma marcha, con qué sobrante llegará al puerto?

$$\begin{aligned} 1360 : 2274 &:: 160 : \varphi \\ \varphi &= 267'5 \text{ toneladas, consumo del viaje.} \\ 400 - 267'5 &= 132'5 \text{ toneladas carbón, de resto.} \end{aligned}$$

26

Un vapor de 70 toneladas de consumo diario á la velocidad



extrema de 15 millas, hemos visto en el ejercicio 24, necesita 777 toneladas de carbón para ir á la Habana; ¿cuánto le haría falta para ese mismo viaje, si lo realizara á la marcha económica de 12 millas horarias?

Los consumos son próximamente proporcionales á los cubos de las velocidades, cuando se trata de marchas extremas.

$$12^3 : 15^3 :: \varphi : 777$$

$$1728 : 3375 : \varphi : 777$$

$\varphi = 397$ toneladas carbón, necesarias para el viaje á la velocidad económica de 12.

27

Dos vapores parten de Bilbao para Glasgow con una hora de diferencia y con la misma derrota. El primero que sale anda 10 millas por hora y el segundo 20; ¿á qué hora se encontrarán los dos?

$$\frac{20 \times 1}{20 - 10} = \frac{20}{10} = 2 \text{ horas después de la salida del primero.}$$

28

Dos vapores parten de Cádiz en la misma dirección y con dos horas de diferencia en la salida. El primero con la velocidad de 10 millas y el segundo con la de 15; ¿al cabo de cuanto tiempo alcanzará el segundo al primero?

$$\frac{15 \times 2}{15 - 10} = 6 \text{ horas después de la salida del primero.}$$

29

Dos vapores parten de Cádiz y Tarifa en opuestas direcciones y ambos de igual marcha de 12 millas. La distancia entre estos dos puntos es de 58 millas, ¿á las cuántas horas de la salida deberán encontrarse?



$$\frac{58}{12+12} = \frac{58}{24} = 2'4, \text{ á las 2 horas y 24 minutos.}$$

Cada uno habrá recorrido:

$$12 \times 2'4 = 29 \text{ millas}$$

$$12 \times 2'4 = 29 \quad -$$

30

Dos vapores parten de Cádiz y Bilbao respectivamente con direcciones opuestas, es decir, el primero para Bilbao y el segundo para Cádiz. Sus velocidades son 10 y 8 millas; ¿a cuántas horas de la salida deben encontrarse?

La distancia entre Cádiz y Bilbao es de 815 millas.

Luego: $\frac{815}{10+8} = 45'3 = 45 \text{ horas } 18 \text{ minutos, á las 45 horas y } 18 \text{ minutos de la salida.}$

Cada uno habrá recorrido:

$$10 \times 45'3 = 453 \text{ millas}$$

$$8 \times 45'3 = 362 \quad -$$

31

¿Qué fuerza necesita una bomba para funcionar, teniendo 0'24 metros de diámetro, 0'40 metros carrera, con una velocidad de 15 oscilaciones dobles por minuto y la altura total de la columna de 25 metros?

La velocidad por segundo será:

$$v = \frac{2 \times 15 \times 0'4}{60} = 0'20 \text{ metros}$$

y la fuerza se determina por la fórmula

$$F = 900 \times D^2 \times H \times v$$

$$F = 900 \times (0'24)^2 \times 25^m \times 0'20 = 259'2 \text{ kilogrametros.}$$



Para expresar esta fuerza en caballos de vapor, habrá que dividir por 75 kilogrametros,

$F = \frac{259'2}{75} = 3'56$ caballos de vapor, fuerza necesaria para que la bomba funcione en las condiciones establecidas.

32

En el caso anterior, ¿cuál será la cantidad de agua elevada por la bomba en diez horas de trabajo?

La fórmula para determinar el volumen práctico de agua por golpe de pistón, es:

$$V = 0'6 \times D^2 \times C$$

siendo D el diámetro y C el curso del émbolo.

Tendremos:

$V = 0'6 \times (0'24)^2 \times 0'40 = 0'0138$ metros cúbicos por golpe de pistón.

El volumen por minuto y como son 15 oscilaciones dobles será

$$V = 0'0138 \times 15 = 0'207 \text{ metros cúbicos.}$$

Y por hora

$$V = 0'207 \times 60 = 12'42 \text{ metros cúbicos.}$$

Y por último, en 10 horas, que es lo que se deseaba averiguar

$$V = 124'20 \text{ metros cúbicos.}$$

33

¿Qué diámetro será preciso dar á una bomba para elevar 0'0138 metros cúbicos por golpe de pistón, suponiendo el curso de 0'40?

La fórmula del volumen práctico

$$V = 0'6 \times D^2 \times C$$

Se transforma en



$$D^2 = \frac{V}{0'6 \times C} \quad \text{ó} \quad D^2 = \frac{0'0138}{0'6 \times 0'40} \quad \text{y}$$

$$D = \sqrt{\frac{0'0138}{0'6 \times 0'40}} = 0'24 \text{ metros}$$

34

Una rueda ó polea que tiene un radio de 20 centímetros dá en un minuto 25 revoluciones; ¿en el mismo tiempo, cuál será el número de revoluciones de una rueda ó polea á ella conectada por dientes ó correa que solo tiene 8'33 centímetros de radio?

$$n = \frac{20 \times 25}{8'33} = 60, \text{ número de revoluciones, rueda ó polea}$$

más pequeña.

35

Una rueda ó polea que tiene de diámetro 40 centímetros, dá en un minuto 25 revoluciones; ¿en el mismo tiempo, cuál será el número de revoluciones de una rueda ó polea que solo tiene 16'66 centímetros de diámetro?

$$n = \frac{40 \times 25}{16'66} = 60, \text{ número de revoluciones por minuto.}$$

36

Una rueda ó polea que tiene de circunferencia 125'6 centímetros, dá en un minuto 25 revoluciones; ¿en el mismo tiempo, cuál será el número de revoluciones de una rueda ó polea que solo tiene de circunferencia 52'3 centímetros?

$$n = \frac{125'6 \times 25}{52'3} = 66, \text{ número de revoluciones por minuto.}$$



37

La polea mayor tiene 37 centímetros de radio y da 40 revoluciones por minuto; ¿qué radio debe tener la menor para dar 56?

La fórmula es:

$$N \times R = n \times r$$

representando N y R el número de revoluciones de la mayor y el radio de la misma, y n y r los mismos datos de la pequeña.

$$r = \frac{N \times R}{n}$$

$$r = \frac{40 \times 37}{56} = 26'4 \text{ centímetros, radio de la polea menor.}$$

38

La polea menor tiene 26'4 centímetros de radio y da 56 revoluciones por minuto; ¿qué radio debe tener la mayor para dar 40?

$$N \times R = n \times r$$

$$R = \frac{n \times r}{N}$$

$$R = \frac{26'4 \times 56}{40} = 37 \text{ centímetros, radio de la polea mayor.}$$

39

¿Cuál es la presión en kilogramos por cada centímetro cuadrado, del vapor cuya tensión es de 10 atmósferas?

$$p = 10 \times 1'033 = 10'33 \text{ kilogramos por centímetro cuadrado.}$$

40

¿Cuál será la presión del vapor á 10 atmósferas sobre un pistón de 50 centímetros de diámetro?

40



La superficie del pistón es

$$50^2 \times 0.7854 = 1963.5 \text{ centímetros cuadrados.}$$

Luego la presión será:

$$1963.5 \times 10.33 = 20.282.95 \text{ kilogramos.}$$

41

¿Cuál es la presión del vapor á 100 grados centígrados sobre un pistón de 20 centímetros de diámetro?

La superficie del pistón es:

$$s = 20^2 \times 0.7854 = 314.16 \text{ centímetros cuadrados.}$$

A 100 grados centígrados la presión del vapor es por centímetro cuadrado de 1.033, luego

$$314.16 \times 1.033 = 324.46 \text{ kilogramos.}$$

42

¿Cuál es la presión del vapor á 145 grados centígrados sobre un pistón de 20 centímetros de diámetro?

Ya hemos visto anteriormente que la superficie es

$$314.16 \text{ centímetros cuadrados.}$$

A 145 grados de temperatura la presión del vapor es de 4.133 kilogramos por centímetro cuadrado, luego

$$4.133 \times 314.16 = 1298.42 \text{ kilogramos.}$$

43

Un volumen de vapor está representado por 0.50 centímetros cúbicos á la presión de 0.76 de la columna de mercurio ó sea una atmósfera á 1.033 kilogramos por centímetro cuadrado; si la presión



es de 2'22 de la columna de mercurio; ¿en qué términos se reducirá el volumen del vapor?

Los volúmenes están en razón inversa de las presiones,

$$\frac{V}{v} = \frac{p}{P}$$

$$v = \frac{V \times P}{p}$$

$$= \frac{0'50 \times 0'76}{2'22} = 0'16 \text{ centímetros cúbicos.}$$

44

Un volumen de vapor está representado por 0'50 centímetros cúbicos á la presión de dos atmósferas; ¿si la presión es de 4 atmósferas, cómo se reducirá el volumen del vapor?

$$\frac{0'50 \times 2}{4} = \frac{0'50 \times 2.066}{4.132} = \frac{0'50 \times 1'52}{3'04} = 0'25.$$

45

Para producir 500 kilos de vapor, ¿cuánto carbón se necesita?

Es estimación bastante aproximada, la de que un kilogramo de buena hulla produce 6'50 kilos de vapor.

$$\text{Por tanto } \frac{500}{6'5} = 72'92 \text{ kilog.}$$

46

La distancia entre los hilos de una rosca ó sea el paso, es de media pulgada, y se aplica una fuerza de 200 libras al extremo de una palanca ó llave de 6 pies de largo; ¿se desea averiguar el peso que puede elevarse en las condiciones dichas?



$$200 \text{ Fuerza} \times 2\pi r \text{ Circunferencia} = \text{Peso } \varphi \times \text{Paso } 0'50$$

$$200 \times 2 \times 3'141 \times 72 = \varphi \times 0'50$$

$$\varphi = \frac{288 \times 314'1}{0'50} = 180.921 \text{ libras.}$$

47

Un tornillo tiene de paso $\frac{3}{4}$ de pulgada y la palanca dos piés de largo; ¿qué fuerza habrá que aplicar para mover un peso de cinco toneladas?

Planteo del problema:

$$\varphi \times 2\pi r = 5 \text{ toneladas} \times \frac{3}{4}$$

$$\varphi \times 2 \times 3'141 \times 24 \text{ pulgadas} = 2240 \text{ libras} \times 5 \times \frac{3}{4}$$

$$\varphi \times 48 \times 3'141 = 11200 \times \frac{3}{4}$$

$$\varphi = \frac{8400}{150'77} = 55'7 \text{ libras.}$$

48

Siendo el paso de $\frac{1}{4}$ de pulgada, se aplica una fuerza de 200 libras al extremo de una llave de 6 piés de largo; ¿qué peso podrá elevarse?

Fórmula:

$$\text{Fuerza} \times \text{Circunferencia} = \text{Peso} \times \text{Paso}$$

$$200 \times 2\pi r = \varphi \times 0'25$$

$$200 \times 2 \times 3'141 \times 72 \text{ pulgadas} = \varphi \times 0'25$$

$$28800 \times 3'141 = \varphi \times 0'25$$

$$\varphi = \frac{28800 \times 3'141}{0'25} = 361843 \text{ libras.}$$



49

Una rueda dentada debe tener dos metros de diámetro y 80 dientes; ¿qué paso le corresponderá á éstos?

$$2 \times 3'1416 = 6'2832 \text{ circunferencia de la rueda}$$

$$\frac{6'2832}{80} = 0'07854 \text{ metros de paso.}$$

50

Otra rueda deberá tener 1'50 metros de diámetro con un paso de 0'073; se desea conocer el número de dientes que le corresponden.

$$1'50 \times 3'1416 = 4'7124 \text{ metros circunferencia desarrollada}$$

$$\frac{4'7124}{0'073} = 64 \text{ número de dientes.}$$

51

Determinar el diámetro de una rueda y el de un piñón de engrane, sabiendo que la rueda tiene 64 dientes y el piñón 20, con el paso de 0'074 metros.

$$\frac{64 \times 0'074}{3'1416} = 1'5 \text{ metros, diámetro de la rueda.}$$

$$\frac{20 \times 0'074}{3'1416} = 0'47 \text{ metros, diámetro del piñón.}$$

52

Dos ejes de transmisión están colocados frente el uno del otro y á la distancia de 1'25 metros: uno de ellos debe dar 30 revoluciones, mientras el otro dá 72; se desea el diámetro de las dos ruedas.



$30 + 72 = 102$ revoluciones de los dos ejes
 $102 : 1'25 :: 72 : \varphi = 0'8823$, radio de una rueda
 $102 : 1'25 :: 30 : y = 0'3677$, — — la otra
 $0'88 \times 2 = 1'76$ metros. . . diámetro de una
 $0'36 \times 2 = 0'72$ metros. . . — — la otra.

53

Determinar el trabajo mecánico que representa un trabajo manual de diez horas, que se ha traducido en elevar á la altura de 10 metros 20 metros cúbicos de agua.

$20.000 \times 10 = 200.000$ kgmt. trabajo producido en 10 horas
 $200.000 : 10 = 20.000$ — — — 1 hora
 $20.000 : 3.600 = 5'5$ — — — 1 segundo

54

Una máquina está trabajando á la presión de 180 libras por pulgada cuadrada; ¿á cuántas atmósferas equivale y á cuántos kilogramos sobre centímetro cuadrado?

$180 : 14'7 = 12'25$ atmósferas de presión

$\frac{180 \times 1'033}{14'7} = 12'65$ kg. sobre centímetro cuadrado.

55

Una máquina marcha á la presión de 2'81 kilogramos sobre centímetro cuadrado. Se desea para un cálculo en medidas inglesas, ver la presión correspondiente en libras sobre pulgadas cuadradas.

56

$\frac{2'81 \times 14'7}{1'033} = 2'81 \times 14'28 = 40$ libras sobre pulgada cuadrada.



56

Un indicador de vacío, sistema Bourdon, señala con la máquina en movimiento 28"; ¿á cuántos centímetros corresponden?

$$30'' : 76 \text{ cm. } 2 :: 28 : \varphi = 28 \times 2'54 = 71 \text{ centímetros.}$$

57

Se desea conocer la presión de ejercicio á que puede trabajar un horno ondulado Fox, teniendo 0'015 metros de grueso la plancha y siendo el diámetro medio del horno 0'900 metros.

En medidas inglesas, la fórmula es:

$$P = \frac{12,500 \times \text{grueso de la plancha en pulgadas}}{\text{diámetro medio en pulgadas}}$$

En medidas métricas:

$$P = \frac{858'4 \times \text{grueso de la plancha en cm.}}{\text{diámetro medio en cm.}}$$

Tomando esta última fórmula, tendremos:

$$P = \frac{858'4 \times 1'5}{90} = 14'3 \text{ atmósferas.}$$

58

Se desea conocer la presión de ejercicio á que puede trabajar un horno ondulado Fox, teniendo 59 centésimas de pulgada de grueso la plancha y 35 pulgadas con 4 décimas de diámetro medio.

Apliquemos la fórmula inglesa, por estar dadas las medidas en esa forma, y será:

$$P = \frac{12500 \times 0'59}{35'4} = 208 \text{ libras de presión.}$$



59

Un horno Purves mide en la parte lisa un diámetro de 90 centímetros y la plancha tiene un espesor de 13 centímetros; ¿cuál será la presión máxima efectiva de servicio?

$$\frac{1'25 \times (13 - 3)}{0'9} = 13'9 \text{ presión en atmósferas}$$

1'25 es el coeficiente correspondiente al horno Purves: el grueso se expresa en milímetros y el diámetro en metros y fracción de metro.

60

Con los datos del ejercicio anterior y si se tratara de un horno Holmes, ¿cuál sería la presión máxima de ejercicio?

$$\frac{1'03 (13 - 3)}{0'9} = 11'4 \text{ atmósferas de presión.}$$

61

Una máquina trabajando con una presión de 170 libras da 59 revoluciones por minuto; ¿para que solo dé 40 por minuto, cuánto deberá bajar la presión?

$$59^2 : 40^2 :: 170 : \varphi$$

$$3481 : 1600 :: 170 : \varphi$$

$$\varphi = \frac{1600 \times 170}{3481} = 78 \text{ libras.}$$

62

Una válvula de seguridad está arreglada para 60 libras de presión mediante la colocación directa de 400 kilogramos de peso. Se desea quede para 40 libras; ¿cuántos kilogramos de peso hay que quitarle?



$$60 - 40 = 20 \text{ libras}$$

$$60 : 20 :: 400 : \varphi$$

$$\varphi = 133 \text{ libras.}$$

63

¿Cuál es la contrapresión en el cilindro de una máquina con condensación, estando el vacío medido por 68 centímetros de mercurio y siendo el diámetro del cilindro 91 centímetros?

$$91^2 \times 0.7854 = 6503.9 \text{ cm}^2 \text{ sección del cilindro}$$

$$76 - 68 = 8 \text{ cm. contrapresión en el condensador}$$

$$\frac{1.033}{76} \times 8 = 0.108 \text{ kg. por centímetro cuadrado contrapresión en el condensador.}$$

$$6503.9 \times 0.108 = 702.421 \text{ kg. contrapresión en el cilindro.}$$

64

¿Cuántas revoluciones debe dar la máquina para que las ruedas de paletas recorran 15 millas por hora, siendo el diámetro de las ruedas 4 metros?

$$1 \text{ milla} = 1851 \text{ metros}$$

$$1851 \times 15 = 27.765 \text{ metros recorridos por hora}$$

$$3.1416 \times 4 = 12.566 \text{ circunferencia de la rueda}$$

$$27.765 : 12.566 = 2.217.4 \text{ revoluciones por hora}$$

$$2.217.4 : 60 = 36.92 \text{ revoluciones por minuto.}$$

65

Si un buque alcanza la velocidad de 10.5 millas en la hora con una hélice de 18 pies de paso, dando 74 revoluciones, si el paso variamos á 19.5, ¿cuántas revoluciones y marcha obtendremos, quedando todas las demás circunstancias las mismas?

$$18 : 19.5 :: \varphi^2 : 10.5^2, \varphi^2 = \frac{18 \times 10.5^2}{19.5} = 101.76$$

41



$$\sqrt{101'76} = 10'08 \text{ millas velocidad por hora}$$

$$10'5^2 : 74 :: 10'08^2 : \varphi, \varphi = 68'3 \text{ revoluciones por minuto.}$$

66

Una máquina de triple expansión de un vapor mercante de 2.000 caballos indicados, ¿qué peso aproximado tendrá?

M. Blechynden dá para máquinas de vapores mercantes desarrollando de 510 á 6.750 caballos y funcionando con presiones de 10 á 11 atmósferas, los pesos siguientes:

$$\begin{array}{rcl} \text{Peso medio de máquina por caballo indicado.} & 88 & \text{kgs.} \\ \text{— — — — — de calderas} & 93 & \text{—} \\ 2\,000 \times 88 = 176 & \text{toneladas, peso de la máquina.} & \end{array}$$

67

Un buque camina 10 millas con una hélice de 5'6 metros de paso y dando 72 revoluciones por minuto; ¿cuál será el retroceso en este caso?

Las fórmulas aplicables son:

$$\text{Avance} = \frac{\text{Velocidad en millas} \times 0'514 \times 60}{\text{Revoluciones por minuto}}$$

$$\text{Retroceso} = \frac{\text{Paso} - \text{Avance}}{\text{Paso}}$$

Por la primera se obtiene:

$$\text{Avance} = \frac{10 \times 0'514 \times 60}{72} = 4'28 \text{ metros}$$

Por la segunda:

$$\text{Retroceso} = \frac{5'6 - 4'28}{5'6} = + 0'24$$

Es decir, un retroceso de 24 por 100.



68

Con los mismos datos de la hélice y siendo la velocidad de 13 millas y las revoluciones 71; ¿cuál será el retroceso?

$$\text{Avance} = \frac{13 \times 0'514 \times 60}{71} = 5'6$$

$$\text{Retroceso} = \frac{5'6 - 5'6}{5'6} = 0 \text{ retroceso}$$

69

Si en el mismo caso del ejemplo anterior la velocidad de la nave fuera de 14 millas, ¿cuál sería el retroceso?

$$\text{Avance} = \frac{14 \times 0'514 \times 60}{71} = 5'99$$

$$\text{Retroceso} = \frac{5'6 - 5'99}{5'6} = -0'06 \text{ retroceso.}$$

70

En una prueba de marcha fué recorrida la milla medida en 5 minutos y 10 segundos, ¿cuál será la velocidad á la hora?

$$5' + 10'' = 310 \text{ segundos}$$

$$310'' : 1 \text{ milla} :: 3600'' : \varphi$$

$$\varphi = 11'6 \text{ millas en la hora.}$$

71

Se recorrió la base medida, que es de 1'5 millas en 6' y 6''; ¿cuál será la velocidad en la hora?



$$6' + 6'' = 366''$$

$$366'' : 1'5 \text{ milla} :: 3600'' : \varphi$$

$$\varphi = 14'7 \text{ millas.}$$

72

En una prueba de marcha sobre la milla medida se han efectuado dos corridas, una á favor y otra en contra de la corriente. Se tardó en la primera 6 minutos y 6 segundos, y en la segunda 8 minutos y 8 segundos; ¿cuál será la velocidad de la nave?

$$6' + 6'' = 366''$$

$$8' + 8'' = 488''$$

$$366 : 1 :: 3600 : \varphi = 9'83 \text{ millas, á favor}$$

$$488 : 1 :: 3600 : \varphi = 7'37 \text{ — , en contra}$$

$$\frac{9'83 + 7'37}{2} = 8'60 \text{ millas promedio á la hora}$$

73

Sobre la milla medida se efectuaron dos corridas, empleando en la una 3 minutos y 40 segundos, en la otra 4 minutos y 10 segundos, ¿cuál será la velocidad por hora?

$$3' + 40'' = 220''$$

$$4' + 10'' = 250''$$

$$220 : 1 :: 3600 : \varphi = 16'36 \text{ millas}$$

$$250 : 1 :: 3600 : \varphi = 14'4 \text{ millas.}$$

$$\frac{16'36 + 14'4}{2} = 15'38 \text{ millas, velocidad horaria.}$$

74

Al hacer unas pruebas de velocidad se ha tomado la distancia



que media entre el N-S del castillo de San Sebastián (Cádiz) y Cabo Roche ó sean 15'1 millas.

La primera corrida se efectuó en 48 minutos y 48 segundos, la segunda en 54 minutos y 50 segundos, ¿qué velocidad se obtuvo?

$$48' + 48'' = 2928''$$

$$45' + 50'' = 3290''$$

$$2928 : 15'1 : : 3600 : \varphi = 18'56 \text{ millas}$$

$$3290 : 15'1 : : 3600 : \varphi = 16'62 \quad \text{—}$$

$$\frac{18'56 + 16'52}{2} = 17'54 \text{ millas, velocidad horaria.}$$





FUNDACIÓN
JUANELO
TURRIANO

CAPITULO VII

Legislación vigente sobre material de Máquinas y Maquinistas navales

MATERIAL DE RESPETO QUE DEBEN LLEVAR LAS MÁQUINAS Y CALDERAS DE LOS VAPORES MERCANTES

1

Los buques de vapor de la Marina mercante llevarán a bordo como repuesto los efectos que se expresan en el presente Reglamento.

2

Para la aplicación de lo que se dispone por este Reglamento, se considerarán los buques de vapor divididos en dos grupos ó clases.

Al primero pertenecerán todos aquellos buques, ya sean de carga ó pasaje, cuya navegación sea de costa. Al segundo, todos los que se dediquen á la navegación propiamente llamada de altura.

Los comprendidos en el primer grupo llevarán todos los efectos marcados con la letra A.

Los del segundo, todos los restantes, además de éstos.

Los efectos recomendados que no son de precepto obligatorio, alcanzan en su carácter de recomendación á toda clase de embarcaciones.



Los efectos á que se refieren los artículos anteriores son los siguientes:

Piezas de respeto para la máquina.— Un eje de cigüeñal ó medio si se compone de dos.

Medio juego de bronce para el mismo.

Un medio idem tornillos y tuercas para la unión del eje principal á los de transmisión.

Un juego de tornillos para unir entre sí los ejes de transmisión.

Un juego de guayacanes para la bocina del codaste.

Un disco excéntrico de hierro en dos mitades si todos los de la máquina son iguales, ó uno por cada dos diferentes en caso contrario.

Un aro ó collar de excéntrica con barra correspondiente para cada distribuidor que lo tenga diferente, ó uno solo en caso de ser iguales.

Un vástago para la válvula de distribución, si son todas iguales, ó uno por cada variante.

Un juego de aros ó empaquetados metálicos para los distribuidores cilíndricos.

Un juego de empaquetados para los compensadores de los distribuidores de concha.

2 % de tubos para el condensador.

50 % de férulas para los tubos del condensador, si son éstas de madera, ó el 10 % de anillas, si son metálicas y rosca.

Un juego completo de válvulas para la bomba de aire, si son de goma, ó medio, si son metálicas.

Un idem idem idem para la circulación idem idem.

A. 1/2 juego de tornillos y tuercas para los cojinetes.

A. Dos juegos para cada bomba de alimentación, si son de goma, ó 1/2 si son metálicas.

A. Un juego de válvulas para cada bomba de achique.

Medio juego de resortes para las válvulas de seguridad de los cilindros y otros órganos.

Un resorte para la válvula sobrante de alimentación.

Tornillos para llantas por cada pistón.



Seis pernos para la tapa de los cilindros.

Cuatro idem para las tapas de los distribuidores.

Seis idem para los prensas de los cilindros.

Diez tapones de hierro con barras roscadas para tapar tubos de caldera.

Respeto para las calderas.—A 10/100 de parrillas de todos los hornos.

A un puente anterior y otro posterior para descanso de parrillas por cada seis hornos, en los buques cuyo número exceda de él.

Un puente intermedio por cada tres hornos.

Una puerta para cada horno por cada diez.

Tres estais roscados con tuercas para las cajas de fuego por cada horno.

Medio juego de resortes para las válvulas de seguridad.

Quince tubos de caldera para cada una.

Una puerta de entrada de caldera con sus correspondientes puentes por cada tres calderas.

Dos idem de registro completas por cada caldera.

A 12 tubos para niveles para caldera.

Si el buque no tuviera garantida la alimentación de las calderas con otra bomba distinta de la destinada á este efecto para caso de avería en ellas, llevará como de respeto una que pueda tomar el agua de la cisterna, del condensador ó del mar.

Dicha bomba deberá tener además una conexión con su tubería impelente á otra que recorra todo el buque y tenga boquillas en sitios apropiados para tomar por ellas el agua necesaria.

Instrumentos y herramientas.—Un areómetro metálico.

A 5 idem de cristal.

Cinco termómetros para salinómetros.

Tres termómetros para las temperaturas de las cámaras de máquinas y calderas.

Dos mandriles de expansión para tubos de calderas.

Una fragua y herramientas para trabajar en ella.

Un yunque.

Un juego de tarrajas desde 6 á 30 m/m.

Veinte limas surtidas.



Un juego de cinceles, buriles, calafateadores, compases-reglas y escuadras de acero.

Un serrucho para metales.

Dos soldadores.

Un tornillo de banco.

Materiales de repuesto.—Los buques comprendidos en el primer grupo llevarán la mitad de los materiales que á continuación se consignan.

Setenta kilogramos de hierro en plancha.

Setenta kilogramos de hierro en cabilla.

Diez idem de remache de hierro.

Diez idem de alambres de plomo.

Diez idem id. de cobre y latón.

Diez idem de acero en barras.

Cien pasadores ó sotrozos de hierro y cobre surtidos.

Quince kilogramos de goma en plancha.

Quince idem de plomo en idem.

Cinco idem de amianto en cartón.

Dos idem de idem en cinta.

Doscientos tornillos con tuercas surtidas.

Cinco kilogramos de latón papel.

Quince idem de latón.

Seis hojas de lata.

Veinticinco kilogramos de empaquetadura de patente.

Diez kilogramos de algodón de empaquetar.

Veinte idem de meollar blanco.

Dos idem de soldadura fuerte y borax.

Un idem de estaño y pez ó ácido muriático.

4

Las piezas de respeto para las máquinas auxiliares, tanto de vapor como hidráulicas y eléctricas, no se consignan en este Reglamento, y quedan á juicio de los armadores.

En adición á los artículos que preceden, se recomienda para expedir reparaciones y aminorar demoras en puertos distantes, las siguientes piezas:

Un eje para el hélice.



20/100 de luchadores para los anillos de empuje.

Un pistón para cada cilindro de diferente diámetro en las máquinas que tengan menos de tres.

Una tapa para cada cilindro de diferente diámetro en las máquinas que tengan menos de tres.

Un vástago y pistón de bronce para la bomba de aire.

Un idem id. para la circulación.

Un idem id. id. para la alimentación.

Un idem id. id. para la de achique.

Medio juego de estrobos de conexión de la máquina á los balancines y de éstos á la cruceta de conexión de los balancines de las bombas.

Un prensa-estopas de bronce en dos mitades para el empaquetado del codaste.

Un juego de bronce para la barra de conexión.

Un idem para las crucetas.

Un idem para los estrobos.

Un manómetro de comprobación.

Un indicador de presión para obtener diagramas para cada cilindro.

Un aparejo diferencial para suspender 4.000 kilogramos.

Un idem id. id. id. 2 000 id.

Un idem id. id. id. 1.000 id.

Dos gatos para suspender 5.000 á 6.000 id.

Un tornillo mecánico de pedal con herramientas.

Un tornillo de trabajo.

R. O. de 16 de Marzo de 1892.

R. O. de 14/2/900

Excmo. Sr.: Dada cuenta de la carta oficial del Capitán General del Ferrol, núm. 1.157, fecha 15 de Mayo de 1896, en la que transcribía la consulta formulada por el Comandante de Marina de la provincia de Vigo, sobre reforma de las condiciones legales que se exigen á los fogoneros prácticos que se encarguen de las máquinas menores de 40 toneladas, S. M. el Rey (q. D. g.) y en su nombre la Reina Regente del Reino, teniendo presente las



razones expuestas en dicha consulta y de acuerdo con lo informado por la Junta de la Marina mercante, ha tenido á bien disponer lo siguiente:

Primero. Los fogoneros prácticos podrán ser habilitados para ejercer el cargo de maquinistas en embarcaciones de vapor que se dediquen á la industria pesquera y al servicio interior de ríos y de puertos.

Segundo. Los fogoneros que soliciten las habilitaciones de que se habla en el párrafo que precede, deberán reunir las siguientes condiciones y sufrirán un examen con sujeción al programa que se cita á continuación:

1.º Ser español, haber navegado como minimum tres años de fogonero en buques que tengan por Jefe de máquina un examinado, y que, durante ellos haya desempeñado las funciones de calderetero, cabo de agua ó engrasador.

2.º Poseer un certificado expedido por el Maquinista con el V.º B.º del Capitán, que acredite su buena conducta y haber cumplido con su deber á satisfacción de éstos.

3.º Saber leer y escribir, suma, sustracción, multiplicación y división.—Conocimiento de los manómetros y manera de apreciar las presiones.—Conocimiento del indicador de vacío.—Conocer el uso del salinómetro.

4.º Descripción práctica de una caldera.—Accesorios que llevan.—Modo de llenarla.—Cargar y encender los hornos.—Levantar vapor.—Purgar la máquina.—Probarla.—Ponerla en movimiento, en marcha definitiva y precauciones al parar.—Modo de conservación de los aparatos de máquina cuando la embarcación se halla en puerto.—Medios prácticos para evitar las ebulliciones en las calderas.—Modo de prevenir la acción galvánica.—Idem las incrustaciones.—Uso de las extracciones.

5.º Rotura de tubos.—Taparlos provisionalmente —Sustituirlos por nuevos.—Colocar un parche con tornillos.—Cambiar un tubo de vidrio en los niveles de agua.

6.º Ligeras nociones sobre diferentes órganos y accesorios de una máquina y manejo de ella. Hacer una distribución en las máquinas de vapor prácticamente.—Modo de remediar provisionalmente las averías en los órganos principales de una máquina.—Manera de obrar en el caso de recalentamientos en los dife-



rentes accesorios de una máquina.—Hacer con perfección una junta, una cajeta de la empaquetadura.—Ajustar un grifo.—Lijeros conocimientos de lima y forja.

7.º Medidas que deben tomarse en caso de un siniestro, como abandonamiento precipitado de un buque, en varadas, faltas de agua ó exceso de saturación de las calderas.

Tercero. Los exámenes se verificarán en las Comandancias de Marina de los puertos españoles y ante un tribunal compuesto del Comandante, su Segundo, el perito mecánico y dos maquinistas navales con título de primero, con preferencia, y á falta de éstos, con nombramientos de segundos, y el Secretario de la Comandancia, que ejercerá este cargo como tal.

Cuarto. Los fogoneros que actualmente desempeñan estos destinos, ó los que lo hayan desempeñado anteriormente á satisfacción durante doce meses serán habilitados sin examen alguno; y los que en lo sucesivo tengan que llenar esta condición para desempeñar dicho cargo, sufrirán los exámenes orales ó prácticos á petición de los interesados.

De Real orden lo digo á V. E. para su conocimiento y el de esa Corporación.—Dios guarde á V. E. muchos años.—Madrid 14 de Febrero de 1900.—GÓMEZ IMAZ.

R. O. de 20/4/900

Que el punto primero de la de 14/2/900, sea sustituido por el siguiente:

Primero. Los fogoneros prácticos podrán ser habilitados para ejercer el cargo de maquinistas de embarcaciones de vapor que se dediquen á la industria pesquera, al servicio interior de los ríos y puertos, y al pequeño cabotaje, siempre que sus máquinas no excedan de 40 caballos de fuerza.



REGlamento PARA LA CONCESIÓN Á LA MARINA MERCANTE
DE CRUCES, RECOMPENSAS Y DESTINOS

Cruz del Mérito Naval con distintivo rojo ()*

22

Los Capitanes, Pilotos y primeros Maquinistas de la Marina mercante se harán acreedores á la Cruz de primera clase del Mérito Naval con distintivo rojo, en los casos siguientes:

1.º Cuando prestando servicios en buques de guerra ó establecimiento de la Marina, formando con su buque parte de convoy ó transporte en operaciones de guerra, ó desempeñando con el buque de su mando ó destino, acción ó comisión de guerra, sean sus servicios especiales ó extraordinarios.

2.º Cuando con riesgo de su buque ó de la vida, auxilién á otro buque en varada, naufragio, incendio, temporal ú otro accidente grave de mar que ponga á éste en inminente peligro de pérdida.

3.º El Capitán, Pilotos y primer Maquinista de buque mercante que logre entrar salvo en puerto bloqueado por el enemigo, introduciendo auxilio de víveres, pertrechos ó correspondencia.

4.º El que en circunstancias peligrosas de mar y viento que hagan difícil la operación, haya intentado salvar la vida de naufragos ó naufragos, con riesgo de la suya, aunque no se hubiere conseguido.

5.º El Capitán que en varada, temporal, abordaje, incendio ú otro accidente de mar que ponga en inminente peligro de pérdida al buque de su mando y la vida de sus tripulantes y pasajeros, se conduzca con tal acierto, valor y serenidad, que

(*) Todos los artículos que se mencionan, son copia literal y con la misma enumeración que los consigna el Reglamento de la Orden del Mérito Naval, aprobado por Real decreto de 1/4/91.



consiga, por sus enérgicas disposiciones, salvar el buque y la vida de aquéllos.

6.º El Oficial, Piloto ó primer Maquinista de buque mercante que en los citados accidentes graves de mar, secunde con valor y serenidad las disposiciones de su Capitán, y con riesgo de su vida ejecute acto de importancia para la salvación del buque ó de la vida de sus tripulantes y pasajeros.

23

La Cruz roja del Mérito Naval pensionada, solo se concederá á los citados individuos de la Marina mercante, en casos muy extraordinarios de los expresados en el artículo anterior, en los que el mérito contraído sea tan relevante y distinguido, que se les considere acreedores también á la pensión.

Esta pensión se regulará para dichos individuos, conforme á su categoría en cuantía y tiempo de goce por la siguiente tarifa:

	<u>Pensión</u> <u>m e n s u a l</u>	<u>Duración</u> <u>del goce de</u> <u>la pensión</u>
1.ª categoría.—Capitanes con más de diez años de mando	50 pesetas	10 años
2.ª categoría.—Todos los demás Capitanes y primeros Maquinistas con más de diez años de cargo de máquina	30 pesetas	8 años
3.ª categoría.—Pilotos; todos los demás primeros Maquinistas.	12 pesetas	6 años

24

Cruz del Mérito Naval con distintivo blanco

Los citados individuos de la Marina mercante se harán acreedores á la misma cruz con distintivo blanco:



1.º Por la redacción de obras originales ó traducción anotada de obras importantes extranjeras, que el Gobierno las declare de reconocida utilidad para cualquiera de los ramos de Marina, ó que notoriamente resulte de un mérito relevante y el Gobierno las estime dignas de tal recompensa.

2.º Por el invento ó modificación de aparato, máquina, instrumento ó arma de uso en la Marina, que simplifique ó mejore de un modo notable lo existente, siempre que la práctica sancione su ventajosa aplicación, ó por otro descubrimiento importante que, después de sancionado por la práctica, marque un señalado progreso ó potente adelanto de lo existente en ventaja de la navegación.

3.º Por descubrimientos, observaciones ó noticias hidrográficas que reporten grandes beneficios á la navegación, siempre que resulte comprobada su exactitud.

4.º El Capitán de vapor-correo que después de cuatro años de mando consecutivos, sin accidente culpable, haya demostrado celo por la seguridad y rapidez de los viajes y conducción de la correspondencia pública.

5.º El Capitán ó Piloto que cuente cuatro viajes redondos doblando el Cabo de Hornos, ó seis viajes redondos á Asia ú Oceanía por el de Buena Esperanza, ó doce años de mando ó embarco en buque sin accidente culpable ni nota desfavorable, habiendo verificado durante ellos, cuando menos, diez viajes redondos á Ultramar.

6.º El Capitán, Piloto y primer Maquinista que cuente en su clase veinte años de embarco, sin antecedentes desfavorables.

25

Estos mismos individuos de la Marina mercante podrán obtener la Cruz blanca del Mérito Naval pensionada, por los méritos contraídos con arreglo á los párrafos primero y segundo del artículo anterior, en casos muy extraordinarios y cuando aquellos servicios sean de un relevante mérito á juicio del Gobierno.

La pensión se regulará para estos individuos, conforme á



su categoría, por la siguiente tarifa, en cuantía y duración en el goce de ella:

	<u>Pensión</u> <u>m e n s u a l</u>	<u>Duración</u> <u>del goce de</u> <u>la pensión</u>
1. ^a categoría.—Capitanes con más de diez años de mando	25 pesetas	10 años
2. ^a categoría.—Todos los demás Capitanes y primeros Maquinistas con más de diez años de cargo de máquina	15 pesetas	8 años
3. ^a categoría.—Pilotos; todos los demás primeros Maquinistas	10 pesetas	6 años

26

Los expedientes de concesión de cruces á favor de los individuos pertenecientes á la Marina mercante, serán formados por los Jefes superiores inmediatos de la Armada á cuyas órdenes sirvan ó presten los interesados los servicios que dieran ocasión á la propuesta, ó por los Comandantes de Marina de las provincias á donde arriben con su buque, ó en que resida el individuo que haya contraído el mérito digno de recompensa, elevándose después al Capitán ó Comandante general del Departamento, Apostadero ó Escuadra, para que con su informe lo dirija al Gobierno.

No podrá concederse á estos individuos cruz con pensión, sin previo informe del Consejo Superior de la Marina ó corporación que lo sustituya.

Para la concesión de las cruces sin pensión, oirá al Ministro de Marina el mencionado Consejo, si lo conceptuase oportuno.



Cruz de plata del Mérito Naval

61

Todos los individuos de la Marina mercante que con arreglo á las prescripciones del Reglamento no puedan ser agraciados con la Cruz de primera clase del Mérito Naval, se harán acreedores á la Cruz de plata de la misma Orden, sin pensión ó pensionada, en las siguientes circunstancias:

1.º Cuando se hallen embarcados en buques de guerra, en buques corsarios ó en buques del comercio, fletados por el Gobierno para operaciones ó transportes en tiempo de guerra y por sus servicios sean dignos de esta recompensa.

2.º Por acciones extraordinarias y distinguidísimas de mar, en que, con grave peligro de su vida, se haya intentado salvar buque ó persona, aunque no se hubiese conseguido.

62

De todas las cédulas de cruces de que se trata, se tomará razón en la Intendencia general del Ministerio de Marina para que en caso de extravío puedan obtenerse certificados de dichos documentos, mediante solicitud del interesado al Ministro de Marina; estas copias, certificadas, se extenderán por la Intendencia general del Ministerio y tendrán el mismo valor que la original, quedando prohibido cursar instancias en petición de nuevos diplomas.

63

Cuando los individuos de que se trata no figuren en las nóminas del personal afecto al servicio de la Armada ó sean baja en ellas, percibirán de las Administraciones económicas de las provincias que los interesados designen, las pensiones por las cruces del Mérito Naval, cuando á ellas tengan derecho, justificándose ésté, y en su caso, el cese en el percibo anterior.



64

Las oficinas de la Administración de la Armada expedirán los ceses necesarios para los efectos del párrafo anterior.

65

Las reclamaciones de las pensiones de estas cruces se harán en las nóminas mensuales, justificándose su inclusión en ellas con copias autorizadas de las cédulas de concesión.

REGLAMENTO DE MAQUINISTAS NAVALES Y DISPOSICIONES
QUE LO ADICIONAN

Artículo 1.º A ningún vapor español se permitirá la salida de los puertos españoles, si no cuenta entre sus tripulantes los maquinistas navales que le corresponda con arreglo á este Reglamento.

Art. 2.º En los vapores que hagan travesías de más de 150 millas, embarcarán por lo menos un primero y un segundo maquinista naval si la fuerza de las máquinas es de 100 ó más caballos nominales, y dos segundos si la fuerza es menor.

En los que las travesías sean menores de 150 millas, embarcarán por lo menos: un primer maquinista si la fuerza de las máquinas es de 100 ó más caballos nominales, y un segundo si es menor.

Art. 3.º El caballo nominal se considera equivalente á 300 kilogrametros.

Art. 4.º Para poder ser embarcado como maquinista naval, se necesita tener nombramiento expedido por un Capitán ó Comandante general de Departamento ó Apostadero marítimo.

Podrán, sin embargo, embarcarse como maquinistas navales, los que estén habilitados en circunstancias y casos particulares detallados en este Reglamento.

Art. 5.º Para ser nombrado segundo maquinista naval, se necesita reunir las condiciones siguientes:



- 1.^a Ser español y haber cumplido 21 años.
- 2.^a Acreditar buena vida y costumbres.
- 3.^a Haber navegado en un vapor, formando parte del personal de máquinas, y haber trabajado como operario ajustador, herrero ó calderero, en un taller de construcción de máquinas de vapor, siempre que el tiempo de navegación más el de operario sea de cuatro años, y que de ellos cuente por lo menos con uno de navegación y uno de operario.

4.^a Probar su suficiencia en un examen hecho con arreglo al adjunto programa.

Art. 6.º Para ser nombrado primer maquinista naval, se necesita reunir las condiciones siguientes:

1.^a Haber navegado un año con nombramiento de segundo maquinista á satisfacción de los armadores y capitanes de los buques.

2.^a Probar su suficiencia en un examen hecho con arreglo al adjunto programa.

Art. 7.º Los que aspiren á ser nombrados maquinistas navales, presentarán sus solicitudes á los Capitanes ó Comandantes generales de los Departamentos ó Apostaderos, acompañándolas con los documentos necesarios para acreditar las condiciones 1.^a, 2.^a y 3.^a del art. 5.º, ó la primera del 6.º, según que aspiren á segundo ó á primer maquinista; en la inteligencia de que los documentos en que prueben la navegación y la idoneidad en ella, deberán ser visados por los Comandantes de Marina de la provincia correspondiente, y los certificados de operarios estarán expedidos por los directores de los talleres de construcción de máquinas.

Art. 8.º Los exámenes tendrán lugar en las capitales de los Departamentos ó Apostaderos en los días 1.º y siguientes de los meses de Enero, Abril, Julio y Octubre, ante una Junta nombrada por el Capitán ó Comandante general de los mismos.

Art. 9.º A los maquinistas que á la publicación de este Reglamento se hallen desempeñando los destinos que según el mismo corresponden á primeros y segundos, hayan navegado seis años, y uno en su última plaza, les será expedido por las Autoridades superiores de los Departamentos y Apostaderos, un *certificado de habilitación* de esta última, siempre que además reúnan las condiciones 1.^a y 2.^a del art. 5.º



Art. 10. Se considerarán como habilitados para desempeñar las plazas de primeros maquinistas navales, los que tengan nombramiento de primer maquinista de la Armada, y también los segundos de la misma que hayan servido dos años en ella con este nombramiento. Las plazas de segundos maquinistas navales se podrán desempeñar por los que tengan nombramientos de segundos maquinistas de la Armada, y también por los terceros de la misma, que hayan servido dos años en ella con nombramiento.

Art. 11. Los maquinistas habilitados de primeros ó segundos se considerarán como habiendo llenado la condición 1.^a del art. 6.º, y pueden ser admitidos á examen de primer maquinista naval.

Art. 12. Los maquinistas que á la publicación de este Reglamento se hallen desempeñando las plazas para que se exige nombramiento y que no reúnan las condiciones necesarias para ser habilitados por los Capitanes ó Comandantes generales de los Departamentos ó Apostaderos, podrán serlo por el Comandante de Marina respectivo, pero solo para continuar en el buque en que se hallen, si los armadores lo solicitaren.

Art. 13. Las Autoridades superiores de los Departamentos y Apostaderos, podrán también habilitar de maquinistas navales á los extranjeros en los casos siguientes:

1.º Si proceden de un país en que la profesión de maquinista está reglamentada, al presentar documentos legalizados en que se pruebe poseen el nombramiento de primero ó segundo maquinista en su país.

2.º Si proceden de un país en que la profesión de maquinista no está reglamentada, sujetándose á las condiciones de los artículos 5.º y 6.º, á excepción de la nacionalidad.

3.º Si á la publicación de este Reglamento se hallan como maquinistas en los vapores españoles, sea cualquiera el país de que proceden, al llenar las mismas condiciones que para habilitar á los españoles se exigen en los artículos 9.º y 12, á excepción de la nacionalidad.

Art. 14. Los Comandantes de Marina y los Cónsules de España en el extranjero, podrán habilitar provisionalmente, en casos extraordinarios, á los maquinistas que les propongan los



armadores ó capitanes, pero esta habilitación cesará al llegar á otro puerto.

Art. 15. Las Autoridades de Marina observarán y harán observar las prescripciones del presente Reglamento: en la Península é Islas adyacentes, á los tres meses de su publicación en la *Gaceta de Madrid*; á los seis meses en la Isla de Cuba y Puerto-Rico, y á los nueve en las Islas Filipinas.

Madrid 23 de Enero de 1877.—JUAN ANTEQUERA.

DISPOSICIONES QUE ADICIONAN, ACLARAN Y MODIFICAN
EL REGLAMENTO DE MAQUINISTAS NAVALES

R. O. de 12/3/81

Al embarcar los Ayudantes de Máquina, se les proveerá de una orden expedida por la Comandancia de Marina respectiva, en la que se especificará su clase, continuando en ella su historial como á los Maquinistas.

R. O. de 12/3/81

Los nombramientos y la anotación de las vicisitudes de los Maquinistas navales, se verificará en la forma que se hace con las de los Pilotos.

R. O. de 11/3/85

Los vapores de menos de 40 caballos nominales de fuerza, conduzcan ó no pasajeros, podrán navegar sin Maquinista naval, sustituyéndolo por un fogonero práctico, provisto de un certificado de un maquinista que exprese tener aptitud para el destino á que se le aplica, cuando dichos vapores se dediquen al tráfico interno de los puertos, á remolcadores, á la pesca ú otras industrias, ó al pequeño cabotaje; pero en este último caso y siempre que salgan fuera de los puertos ó barras de los ríos, embarcarán dos fogoneros para que alternen convenientemente en la vigilancia



y cuidado de las máquinas, si la travesía ó tiempo empleado por dichos vapores, con arreglo á su andar y circunstancias normales de buen tiempo, excediere de 12 horas ó pasase de 90 millas la distancia recorrida. (Corroborada por la de 19/2/89).

R. O. de 19/5/90

En las Comandancias de Marina deben llevarse libros de registro, en donde consten los historiales de los Maquinistas, con separación de las dos clases, inscribiendo en ellos á todos los que presten servicio en la localidad ó tengan en ella su residencia habitual ó la de su familia.

Los Maquinistas navales deben dar cuenta á los Comandantes de Marina en cuyas oficinas figuren sus historiales, de cuantas vicisitudes les ocurran en el ejercicio de su profesión.

R. O. de 1/12/91

No especificando el Reglamento la clase de buques en que deben efectuar la navegación los individuos que aspiran á la plaza de segundos Maquinistas navales, se considerarán como válidos para prestar dichos exámenes, los efectuados en cualquier clase de buques de vapor, haciendo, por tanto, de generalidad la de 25/4/88.

R. O. de 10/8/94

Que se considere variado el artículo del Reglamento que trata de la repetición de los exámenes de los Maquinistas navales, en la forma siguiente:

«Las Juntas examinadoras fijarán el plazo para que puedan prestar nuevo examen los Maquinistas que hayan sido desaprobados, teniendo en cuenta la suficiencia de los examinados.»

R. O. de 22/3/95

Que cuando en puertos extranjeros no haya Maquinistas españoles en condiciones para embarcar como Jefes de máquina



en los buques que las tengan de triple ó cuádruple expansión, autoricen los Consules, sin previa consulta, el embarco de Maquinistas extranjeros.

R. O. de 7/3/900

De acuerdo con lo propuesto por la Junta de la Marina mercante se resuelve:

Primero. En lo sucesivo los Pilotos de la Marina mercante á quienes les toque ir á la militar para cumplir los cuatro años de servicio, serán repartidos entre los buques-escuelas de la Armada y los destinados á comisiones hidrográficas.

Entre los primeros obtendrá preferencia la corbeta *Nautilus*, escuela de Guardias-marinas, procurándose que en estos buques los Pilotos tengan plazas preferentes, compatibles con practicar los conocimientos de su carrera, que no deben olvidar.

Segundo. Los Maquinistas Navales, al embarcar en los buques de guerra para cumplir los cuatro años de servicio, serán destinados á las máquinas.

Tercero. Dentro de lo que la organización de los buques consienta, se procurará que los expresados Pilotos y Maquinistas tengan en orden á alojamientos, trato, rancho y demás, la posible ventaja y distinción sobre las demás clases de marinería y fogoneros.

R. O. de 16/2/901

De acuerdo con lo propuesto por la Junta de la Marina mercante, se dispone que en lo sucesivo se exijan 250 días de mar para los que aspiren al título de segundos maquinistas, y 500 para que los segundos maquinistas puedan optar al título de primeros; entendiéndose que servirán para el cómputo de días de mar, los días de entrada y salida de puertos, expidiéndoles para acreditar el tiempo de navegación, certificados en la forma que se ha venido haciendo hasta ahora.

R. O. de 5/3/901

Dejando sin efecto la de 20/4/900, que autorizaba á los fogoneros prácticos para hacerse cargo de las máquinas menores de



40 caballos de fuerza, y disponiendo que en los casos de no encontrar maquinistas en la localidad, se autorice á los fogoneros prácticos para viajes de pequeño cabotaje.

R. O. de 20/3/901

Autoriza á la Compañía de vapores-correos interinsulares canarios, para que siempre que al ocurrir la vacante no los haya españoles, puedan embarcar en aquéllos maquinistas extranjeros.

R. O. de 17/6/901

Aprobando el programa para Maquinistas navales, presentado por los Sres. Cano y Agacino.

R. O. de 9/7/901

Disponiendo que la edad de 21 años que fija el Reglamento de Maquinistas navales, debe entenderse que es para ejercer este cargo y no para obtener el título correspondiente.

R. O. de 25/10/901

Dispone que todo buque de vapor que haga la navegación á Ultramar, lleve por lo menos tres maquinistas.

R. O. de 15/11/901

Disponiendo que los que empezaron sus navegaciones con anterioridad á la Real orden de 16/2/901, en la que se exige 250 y 500 días de mar para examinarse para segundos y primeros Maquinistas, se les exigirá uno y dos años respectivamente y que en ningún caso bajará de dos los años de navegación necesarios para pasar de segundo á primer Maquinista.

R. O. de 9/12/901

Dispone, de acuerdo con los autores del nuevo plan de exá-



menes para Maquinistas navales y con la Subsecretaría del Ministerio, lo siguiente:

1.º Que para ser admitido á examen de segundo Maquinista naval, debe presentar el aspirante certificado de haber cursado en centros oficiales ó particulares, las asignaturas que se enumeran en la Real orden de 7/3/900.

2.º Certificado de haber trabajado tres años como operario y uno de ellos en talleres de construcción y reparación de máquinas y calderas de vapor.

3.º Certificado de haber hecho 250 días de mar, en lugar del año de embarque del antiguo plan, á los que empezaron á cumplir sus condiciones con posterioridad á la publicación en el *Boletín oficial* de la Real orden de 16/2/901. (*B. O. de 21/2/901*).

4.º Los exámenes, á partir de 1.º de Enero próximo, se llevaron á cabo con arreglo al programa aprobado por Real orden de 17/6/901 y á la aclaratoria de 15/11/901.

R. O. de 25/1/902

Dispone no se dé curso á solicitudes en súplica de prestar examen para Maquinistas navales, si los interesados no tienen el tiempo de navegación que marca el Reglamento vigente.

R. O. de 28/10/902

Modificando la de 7/3/900, en el sentido de que se sustituya la palabra *cursado* por la de *aprobado*.

R. O. de 17/6/903

Concediendo examen á los Maquinistas de la Marina mercante que lo hayan solicitado hasta la fecha, aun cuando no hubieran presentado sus certificados de navegación en la forma prevenida, por haberse negado en algunos Consulados á extender los dichos certificados.

R. O. de 14/7/903

Circulando la de Estado de 22/6/903, relativa al extricto cumplimiento por los Cónsules en el extranjero, de las disposi-



ciones vigentes relativas á las certificaciones que deben extender de los diarios de navegación de los Pilotos y Maquinistas navales. Dispone también no se exijan certificados extendidos en la forma expresada, con anterioridad al 1.º de Septiembre, y recomienda se dé cuenta á las Autoridades de Marina en el primer puerto español á que arriben, caso de no expedírsele los documentos con arreglo á las disposiciones vigentes.

R. O. de 21/5/904

Disponiendo lo siguiente:

1.º Que en lo sucesivo todos los Maquinistas de los buques nacionales, sin excepción alguna, han de ser españoles, dando un plazo de cuatro meses, á contar de la fecha de esta resolución, para el reemplazo de los que no lo sean.

Si en algún momento dado no pudiera cumplimentarse esta disposición por no haber en el puerto de armamento Maquinistas españoles, podrán admitirse extranjeros de los que hubiere en el puerto, pero solamente para aquel viaje ó por el tiempo imprescindible hasta encontrarlos españoles, sin que nunca pueda exceder aquél de los cuatro meses señalados en el párrafo anterior.

2.º Que el artículo 5.º del Reglamento de Maquinistas navales de 23 de Enero de 1877 y la Real orden aclaratoria de 9 de Julio de 1901, quedan modificadas en el sentido de que tanto para obtener el título de Maquinista naval como para ejercer el cargo, es condición precisa que el individuo haya cumplido los 21 años de edad.

3.º Que reconociéndose la necesidad de crear escuelas especiales para Maquinistas navales y mientras éstas no se implanten, se siga exigiendo el ingreso en la citada profesión de Maquinistas, por las Reales órdenes de 17/6 y 9/12 de 1903, pero sin que sea obligatoria la presentación de certificados de estudios teóricos que señala el punto primero de la de 9/12 citada: recomendando, en cambio, á los Tribunales de exámenes, que verifiquen éstos con el detenimiento y rigor necesarios para evitar que sean aprobados aspirantes que no tengan la preparación suficiente.



Para la debida uniformidad en la apreciación de condiciones de éstos, se constituirá en cada período de exámenes un solo Tribunal examinador, que se trasladará de uno á otro Departamento para el ejercicio de su misión.

Y por último, formará parte del Tribunal examinador, un Maquinista naval que será nombrado en la forma que oportunamente se determine.

4.º Que los certificados de aptitud y práctica expedidos á los aspirantes á Maquinistas navales, lo sean por los Jefes de máquina respectivos con el V.º B.º del Capitán del buque.

R. O. de 24/8/904

Dispone se publique en el *Boletín oficial y Colección legislativa* el unido Reglamento de cuaderno de máquinas, aprobado por Real orden de 1/8/904.

R. O. de 17/9/904

Dispone que desde el año de 1905, los exámenes para Maquinistas y Pilotos de la Marina mercante, se celebren por semestres, comenzando éstos en 1.º de Enero y 1.º de Julio de cada año.

R. O. de 20/10/904

Aclara la de 17/9/904 sobre exámenes de Pilotos y Maquinistas, debiendo entenderse que comprende á los aspirantes á Pilotos, Capitanes, y Capitanes de primera, y segundos y primeros Maquinistas.

R. O. de 21/10/904

Como resultado de la instancia de la Asociación general de Maquinistas de Bilbao, solicitando se hagan varias modificaciones en la manera y época de los exámenes, se dispone:

1.º Que se haga saber á dicha Asociación, que por Real orden de 17/9/904, ha sido resuelto que los exámenes tengan lugar en los meses de Enero y Julio de cada año.



2.^o Que el examen para primeros Maquinistas se verifique por el programa vigente para ellos, más el aprobado para los segundos, pero teniendo lugar todos los ejercicios dentro del mismo día.

3.^o Que se suprima la papeleta octava del actual programa para primeros Maquinistas y constituya en lo sucesivo un ejercicio práctico para todos ellos.

4.^o Que constituyan otro ejercicio oral, á parte de las demás preguntas del programa, las que se refieren á electricidad, subdividiéndolas en siete papeletas, á saber:

1.^a Rasgos que caracterizan á la electricidad dinámica.—Cómo se genera químicamente.—Cómo por inducción.—Imanes y electroimanes.—Buenos conductores.—Malos conductores ó aisladores.—Circuito eléctrico.—Fuerza electro-motriz.—Resistencia.—Unidad.

2.^a Ley de Ohm.—Unidades prácticas.—Ley de Joule.—Amperómetro.—Volmetro.—Reductor.—Interruptor.—Conmutador.—Inversor.

3.^a Fusor.—Regulador de corriente.—Indicador de polos.—Lámparas incandescentes.—Características de las que se emplean abordo.

4.^a Descripción de una pila y diversos modos de acoplar varias.—Ideas sobre el anillo Gramme.

5.^a Leyes porque se rigen las máquinas eléctricas.—Diferentes modos de excitación.—Descripción de un tipo cualquiera de dinamo.

6.^a Cuidados con las escobillas.—Cuidados con el colector.—Cuidados con el inducido.—Desarreglos que se producen en las dinamos y causas que los originan.

7.^a Descripción de una instalación eléctrica abordo de un buque mercante.

Estas modificaciones no introducen nueva asignatura, pues solamente separa las tres papeletas de electricidad, convertidas en siete de las demás del ejercicio, sacando una de las primeras y otra de las segundas.

R. O de 7/11/904

Negando á la Compañía Trasatlántica, no sea aplicable á



sus vapores-correos, la de 21/5/904, referente á la nacionalidad de los Maquinistas.

R. O. de 24/2/904

Deja sin efecto la de 5/3/901 y declara en todo su vigor la de 11/3/85, con la ampliación de la de 19/2/89, 14/2/900 y 20/4/900, sobre que en los vapores cuya fuerza de máquinas no exceda de 40 caballos nominales que se dediquen á la pesca, tráfico interior de los ríos y puertos y pequeño cabotaje, no están obligados á llevar Maquinistas con título, bastando para el manejo de sus máquinas que embarquen fogoneros prácticos, que serán habilitados para ejercer el cargo de maquinistas en dichos vapores.

R. O. de 18/2/905

Decretando la suspensión de los efectos de la de 7/11/904, en cumplimiento á auto del Tribunal de lo Contencioso-Administrativo, relativo á que los Maquinistas mercantes sean españoles.

R. O. de 4/11/905

Con motivo de haber solicitado un impresor de Barcelona autorización para imprimir y vender un cuaderno de máquinas con arreglo á modelo y que se determine fecha para hacerlo obligatorio, dispone:

1.º Que desde 1.º de Enero de 1906, será obligatorio para los aspirantes á segundos y primeros Maquinistas el uso del cuaderno de máquinas ordenado llevar y cuyo modelo se publicó en Real orden de 1/8/904.

2.º Que dichos cuadernos deben ser visados por las Autoridades de Marina en los puertos españoles y por los Consules en los extranjeros donde rindan viaje los buques de vapor, y

3.º Que todos los cuadernos de máquinas que se ajusten al modelo que señala la citada Real orden, son válidos, sin preferencia de ninguna clase para ningún impresor ni tipo presentado.



CONDICIONES PARA MAQUINISTAS NAVALES. (*R. O. de 30/3/906*)

S. M. el Rey (q. D. g.), de acuerdo con lo propuesto por la Dirección general de la Marina mercante, y conforme con el Centro Consultivo, ha tenido á bien disponer:

1.º Que la Real orden de 4 de Octubre último quede derogada.

2.º Que pueden aspirar al título y presentarse á examen, los fogoneros prácticos habilitados para dirigir las máquinas menores de 40 caballos nominales —300 kilogrametros por caballo— los operarios de talleres de construcción de máquinas ó reparaciones que reunan las condiciones siguientes:

a). Ser inscriptos para la navegación é industrias de mar.

b). Presentar certificados que acrediten haber llevado dos años trabajando en talleres de construcción y composición de buques.

c). Tener 150 días de mar en vapores de pesca ó de cabotaje como fogoneros.

d). Que cada seis meses se verifiquen en las Comandancias de Marina los exámenes teóricos y prácticos.

e). Que dichos exámenes se sujeten al programa que señala la Real orden de 14 de Febrero de 1900 y ante los Tribunales que la misma ordena en su punto tercero.

Lo que comunico á V. E. para su conocimiento y efectos consiguientes. —V. M. CONCAS.

NOMBRAMIENTOS DE MAQUINISTAS NAVALES. (*R. O. de 14/5/906*)

S. M. el Rey (q. D. g.), de acuerdo con lo informado por esa Dirección general, se ha servido disponer que no se extienda ningún nombramiento de primer Maquinista naval, hasta tanto que los interesados no hayan acreditado las navegaciones reglamentarias como segundos, después de haber cumplido los 21 años, que es lo mandado en los artículos 30 y 31 del Reglamento y Reales órdenes de 16 de Febrero de 1901 y 21 de Mayo de 1904.

Lo que de Real orden digo á V. E. para su conocimiento y demás efectos. —VICTOR M. CONCAS.



PERSONAL DE MÁQUINAS. (*R. O. de 29/5/906*)

S. M. el Rey (q. D. g.), de acuerdo con lo informado por esa Dirección general, ha tenido á bien disponer se signifique al Ministro de Estado, la precisión, para evitar dichos perjuicios, de que dicte una disposición ordenando á los mencionados Cónsules y Representantes, que se abstengan en lo sucesivo de expedir esos documentos justificativos y se concreten únicamente á legalizar con presencia del rol y Diario de Navegación, los certificados de aptitud y práctica que en cumplimiento de la Real orden antes citada, deben expedir á los aspirantes á Maquinistas navales los Jefes de máquina respectivos con el V.º B.º del Capitán del buque.

De Real orden lo digo á V. E. para su conocimiento y efectos.—VICTOR M. CONCAS.

R. O. de 28/6/906

Sentencia del Tribunal Supremo, referente á embarque de Maquinistas extranjeros en buques españoles, la cual confirma las Reales órdenes de Marina de 25/1/904 y 17/11/904, prohibiendo estos embarques.

*R. O. de 11/9/906**Legalización de certificados para ayudantes de máquinas y segundos Maquinistas.*

Disponiendo que los certificados que extiendan los Comandantes de Marina ó Cónsules en el extranjero, para acreditar las prácticas necesarias, se extiendan teniendo á la vista el rol y el cuaderno de máquina, cuyo uso es obligatorio para las clases mencionadas desde 1.º de Enero de 1906, y que dichos cuadernos serán visados por los Comandantes de Marina ó Cónsules en el extranjero, debe entenderse que el V.º B.º de estas Autoridades significa la legalización de la firma del Capitán del buque, el cual estampará su conforme en los mencionados cuadernos.



BUQUES CON TURBINAS DE VAPOR EN 1906

Nombres ó número de los buques	Clase	Demota, tráfico, destino ó propietario	Fecha de con- strucción	Toneladas de despla- zamiento	Potencia de maquina	Veloci- dad en millas
Terminados						
<i>Turbina.</i>	Buque de ensayo.	Parsons	1894	44	2.000	31,5
<i>Viper.</i>	Cazatorpedero.	Marina británica.	1898	370	11.500	36,5
<i>Cobra.</i>	Idem.	Idem	1899	430	12.000	35
<i>King Edward.</i>	Vapor de pasajeros.	Mares de Escocia.	1901	650	3.500	20,5
<i>Queen Alexandra.</i>	Idem.	Idem	1902	750	4.400	21,5
<i>Velox.</i>	Cazatorpedero.	Marina británica.	1902	440	9.000	33
<i>Tarantula.</i>	Yate	M. Vanderbilt.	1902	150	2.400	26
<i>Lorena.</i>	Idem	Mr. A. E. Barber.	1903	1.400	3.500	18
<i>Emerald.</i>	Idem	Mr. Gou'd	1903	900	1.500	15
<i>Queen.</i>	Vapor de pasajeros.	Dover-Calais. . . .	1903	1.750	7.600	21,75
<i>Brigton.</i>	Idem	Newhaven-Dieppe.	1903	1.600	7.000	21
<i>Eden.</i>	Cazatorpederos.	Marina británica.	1903	560	7.500	26,25
<i>Nim. 203.</i>	Torpedero.	Marina francesa.	1904	95	1.950	26,5
<i>Princess Maud</i>	Vapor de pasajeros.	Larne-Stranraer . .	1904	1.900	6.000	20
<i>Londonderry.</i>	Idem	Heysham-Bellast.	1904	2.100	8.000	22
<i>Manxman.</i>	Idem	Heysham-Isla Man .	1904	2.100	8.500	23
<i>Turbinita.</i>	Idem	Compañía de vapores de turbinas del Canadá.	1904	1.350	5.000	20



Nombre ó número de los buques	Clase	Derrota, tráfico, destino ó propietario	Fecha de con- strucción	Toneladas de despla- zamiento	Potencia de máquina	Veloci- dad en millas
Terminados						
<i>Amethyst</i>	Pequeño crucero.	Marina británica.	1904	3.000	13.000	23,75
<i>Victorian</i>	Trasatlántico	Compañía Allan, Cana- da-Liverpool	1904	15.000	11.000	17
<i>Virginian</i>	Idem	Idem	1904	15.000	11.000	17
<i>S 125</i>	Torpedero	Marina alemana	1904	400	7.000	28,5
<i>Lubeck</i>	Pequeño crucero.	Idem	1904	3.250	12.000	23,5
<i>Loongana</i>	Vapor de carga y pasaje.	Melbourne-Launceston.	1904	2.300	6.000	18
<i>Albion</i>	Yate	Sir Georges Newnes.	1904	1.300	2.500	15
<i>Linga</i>	Vapor de carga y pasaje.	Compañía British India	1904	2.200	4.000	17
<i>Lhasa</i>	Idem	Compañía de navegación del Pacífico.	1904	2.200	4.000	17
<i>Lama</i>	Idem	Idem	1904	2.200	4.000	17
<i>Lunka</i>	Vapor de carga y pasaje	Compañía de navegación del Pacífico.	1904	2.200	4.000	17
<i>Vingera</i>	Idem	Idem	1904	2.200	4.000	17
<i>Maheno</i>	Trasatlántico	Vancouver-Nueva Ze- landia.	1905	2.300	6.000	18
<i>Cammania</i>	Idem	Compañía Cunard	1905	5.500	7.000	17,5
<i>Onward</i>	Vapor de pasajeros.	Calais-Dover.	1905	50.000	22.500	19
<i>Invieta</i>	Idem	Idem	1905	1.700	8.000	23
			1905	1.700	8.000	23



Nombre ó número de los buques	Clase	Derrota, tráfico, destino ó propietario	Fecha de construcción	Toneladas de desplazamiento	Potencia de máquina	Velocidad en millas
Terminados						
<i>Dieppe</i>	Vapor de pasajeros . .	Newhaven-Dieppe . .	1905	1 600	7 000	21,5
<i>Viking</i>	Idem	Isla Man-Escocia . .	1905	2 400	11 000	23,5
<i>Princesse Elizabeth</i> . .	Idem	Ostende-Dover . .	1905	2 000	12 000	24
<i>Narcissus</i>	Yate	Mr. Miller-Mundy . .	1905	800	1 300	15
<i>St Patrick</i>	Vapor de pasajeros . .	Fishguard-Rosslare . .	1906	2 400	10 000	22,5
<i>St David</i>	Idem	Idem	1906	2 400	10 000	22,5
<i>St George</i>	Idem	Idem	1906	700	3 500	20
<i>Marchioness of Graham</i>	Idem	Ardrossan Afran . .	1906	7 150	7 000	16
<i>Newa</i>	Vapor de carga y pasaje	Compañía British India	1906			
En construcción						
<i>Dreadnought</i>	Acorazado	Marina británica . .	1906	18 000	23 000	21
<i>Osborne</i>	Yate	El Rey de Inglaterra . .	1906	2 800	4 000	18
<i>Mahroussa</i>	Idem	El Khedive de Egipto . .	1906	3 100	6 500	18
<i>Mauritania</i>	Transatlántico	Compañía Cunard . .	1906	41 500	70 000	25
<i>Lusitania</i>	Idem	Idem	1906	41 500	70 000	25
<i>Invencible</i> y otros dos iguales	Crucero acorazado . .	Marina británica . .	1906	15 000	40 000	25
<i>Chester</i>	Explorador	Marina norteamericana	1906	4 650	(?)	24



Nombre ó número de los buques	Clase	Derrota, tráfico, destino ó propietario	Fecha de con- strucción	Toneladas de despla- zamiento	Potencia de máquina	Veloci- dad en millas
En construcción						
<i>Ersatz Wacht</i> . . .	Pequeño crucero . . .	Marina alemana . . .	1906	3.450	13.200	24
<i>G 137</i> . . .	Torpedero de alta mar . . .	Idem . . .	1906	571	10.000	30
Cinco . . .	Cazatorpederos . . .	Marina británica . . .	—	750	16.000	33
Doce . . .	Torpederos de costa . . .	Idem . . .	—	225	3.600	26
Un . . .	Cañonero . . .	Marina japonesa . . .	—	2.500	8.000	22
Dos . . .	Vapores de pasajeros . . .	Compañía Great Cen- tral Railway . . .	—	—	6.500	18
Uno (igual al <i>Vingera</i>) . . .	Vapor de carga y pasaje	Compañía British India	—	—	—	—
Dos . . .	Cazatorpederos . . .	—	—	—	—	31
<i>Viper</i> . . .	Vapor de pasajeros . . .	Ardrossan-Belfast . . .	—	1.750	6.500	21
Dos . . .	Idem . . .	Comp ^a Metropolitana . . .	—	—	11.000	21
Un . . .	Idem . . .	Compañía general de Navegación . . .	—	800	—	21
Dos . . .	Transatlánticos . . .	Tohio Kisen Kaisha . . .	—	25.000	17.500	18



Índice por Capítulos

CAPÍTULO I

ELEMENTOS DE FÍSICA Y MECÁNICA INDISPENSABLES PARA EL ESTUDIO DE LAS MÁQUINAS

Páginas

1. Cuerpos.—2. Divisibilidad de la materia.—3. Fuerzas.—4. Trabajo mecánico.—5. Dinamómetros.—6. Sistemas de fuerzas.—7. Teoría de los momentos.—8. Centros de gravedad.—9. Movimiento.—10. Máquinas simples.—11. Palanca.—12. Momento de una fuerza.—13. Poleas.—14. Torno ó cabrestante.—15. Cuña.—16. Hélice.—17. Rosca ó tornillo.—18. Ruedas dentadas.—19. Rendimiento de una máquina.—20. Resistencias pasivas.—21. Caballo de vapor.—22. Peso específico.—23. Principio de Arquímedes.—24. Principio de Pascal.—25. Ley de Mariotte.—26. Ley de Gay Lussac.—27. Atmósfera.—28. Calor.—29. Termómetro.—30. Calorías.—31. Vapor.—32. Manómetros.—33. Vapor saturado y recalentado.—34. Calor latente.—35. Condensación.—36. Bombas y sifones . 8-97



CAPITULO II

CALDERAS Y APARATOS ACCESORIOS DE LAS MISMAS

Página³

37. Clasificación de las calderas.—38. Descripción de las tubulares.—39. Válvulas de seguridad.—40. Depósitos é incrustaciones y medios de evitarlas.—41. Salinómetros.—42. Tiro natural y forzado.—43. Explosiones de las calderas.—44. Bombas de alimentación.—45. Inyector Giffard.—46. Válvula de retención.—47. Calderas multitubulares ó tubulosas.—48. Calderas de tubos de agua de Babcock & Wilcox.—49. Caldera Belleville para la Marina.—50. Reglas más principales para el buen uso y conservación de las calderas marinas . . . 99-173

CAPITULO III

MÁQUINAS Y ELEMENTOS AUXILIARES QUE LAS ACOMPAÑAN

51. Clasificación de las máquinas según la presión de trabajo.—52. Expresión del trabajo del émbolo.—53. Principales órganos de las máquinas de vapor.—54. Transformación del movimiento rectilíneo alternativo en circular continuo.—55. Condensador.—56. Expansión fija y variable.—57. Aparatos para cambio de marcha.—58. Clasificación de las máquinas de expansión sucesiva.—58 bis. Principio en que se fundan las turbinas.—59. Turbina Laval.—60. Turbina Parsons.—61. Motor Willams.—62. Máquina Westinghouse.—63. Poner una má-



quina en movimiento.—64. Cómo se debe parar.—65.
Cuidados que deben tenerse durante la marcha. 176 257

CAPÍTULO IV --- COMBUSTIBLES ---

66. Combustión.—67. Combustibles.—68. Potencia calorífica.—69. Peso de los carbones.—70. Carbones Cardiff y Newcastle.—71. El carbón nacional con aplicación á la Marina.—72. Análisis comparativo del carbón nacional de las minas de Aller.—73. Forma más provechosa de emplear el carbón. 259-271

CAPÍTULO V --- FÓRMULAS, TABLAS Y DATOS DE CARACTER PRÁCTICO ÚTILES PARA LOS MAQUINISTAS ---

74. Reglas prácticas para determinar áreas y volúmenes.—75. Legislación de Aduanas aplicable á máquinas y calderas.—76. Sistema métrico decimal.—77. Comparación de las medidas inglesas con las métricas.—78. Tablas de metros, yardas y pies.—79. Consumo de agua para los diversos tipos de máquinas.—80. Consumo de carbón según los tipos de máquinas.—81. Determinación práctica del consumo de carbón por singladura.—82. Equivalencia entre unidades mecánicas y eléctricas.—83. Peso de un metro cuadrado de plancha de diferentes metales.



Páginas

84. Cuadrados, cubos y raíces.—85. Deberes y derechos de los Maquinistas, según el Código de Comercio	273-292
---	---------

CAPITULO VI

Ejercicios prácticos	293-317
--------------------------------	---------

CAPITULO VII

Legislación vigente sobre material de máquinas y Maquinistas navales	319-344
--	---------

APÉNDICE

Buques con turbinas en 1905.	345-348
--------------------------------------	---------



Índice Alfabético

A

	<i>Páginas</i>
Aduanas. (Legislación sobre máquinas y calderas)	276
Afinidad química	9
Agglomerados	263
Agua de alimentación. (Consumo de)	284
Aire. (Bomba de)	210
Alimentación. (Caja de)	143
Alta presión. (Calderas de)	149
Análisis de carbones	269
Antracitas	262
Aparatos para cambio de marcha	223
Áreas y volúmenes. (Reglas prácticas para determinar)	273
Arquímides. (Principio de)	56
Articulación	200
Atmósfera	62
Atracción universal	10

B

Babcock & Wilcox. (Caldera)	151
Baja presión. (Calderas de).	99
Barómetro	64
Barra de conexión	203



	<i>Páginas</i>
Belleville. (Caldera).	158
— (Regulador de alimentación)	164
— (Caballo de alimentación)	165
— (Economizador)	161
Bomba de aire	210
— — simple efecto	210
— — doble efecto	211
— — de alimentación	142
— centrífuga	212
— Worthington	144
Bombas y sifones	95
Borriquete	144

C

Caballo de vapor	48
— — alimentación Belleville	165
— efectivo	49
— indicado	49
— nominal	49
Cabrestante	36
Cajas de fuego	109
— — humo	109
— alimenticias	143
Calderas Belleville	158
— Babcock & Wilcox	151
— tubulares	101
— multitubulares	149
— y aparatos accesorios	99
— (Disposiciones de caracter general para las)	166
— (Reglas más principales para el buen uso y conservación de las)	126 y 167
— (Explosión de las).	140
Calor	67
— específico	77
— latente	93



	<i>Páginas</i>
Calor sensible	93
— de fusión	78
Calorías	75
Cámara de agua	110
— — vapor	110
— barométrica	64
Cambio de marcha. (Aparatos de)	223
Camisa de la chimenea	112
Carbón nacional con aplicación á la Marina	266
— (Determinación práctica del consumo)	285
Carbones (Su peso)	264
— de Cardiff y Newcastle	265
Centígrada. (Escala)	74
Centrifugas. (Bombas)	212
Centros de gravedad	20
Cigüeñal	203
Cilindro de vapor	187
Clasificación de las calderas	99
— — — máquinas	175
— — — — de expansión sucesiva	229
Coefficientes de dilatación	70
Cohesión	9
Combustibles	261
— (Peso específico de algunos)	54
Combustión	259
Compound. (Máquinas)	177 y 230
Compresión	178
Condensación	94
Condensadores	205
Conductibilidad de algunos cuerpos para el calor	80
Consumo de agua para los diversos tipos de máquinas	284
— — carbón según los diversos tipos de máquinas	284
— — vapor de la turbina Laval	242
Conversión de medidas métricas en inglesas	283
Cuadrados, cubos, raíces cuadradas y cúbicas	289



	<i>Páginas</i>
Cuádruple expansión. (Máquina de)	178
Cuerpos	7
Cuña	36

D

Deberes y derechos de los Maquinistas embarcados, según el Código de Comercio	291
Densidad	51
— de algunos cuerpos	52
Depósitos é incrustaciones	123
Desaturado. (Vapor).	88
Dilatación. (Coeficiente de).	70
— de los sólidos	67
— — — líquidos	68
— — — gases	69
Disposiciones de carácter general para las calderas	166
Distribuidores	193
— equilibrados	195
Dinamómetro	14
Divisibilidad de la materia	8
Doble frente. (Caldera de)	102
Donkey ó borriquete	144

E

Ebullición	81
Economía de combustible	289
Economizador Belleville	161
Ejercicios prácticos	293
Elasticidad	11
Eléctricas (Equivalencias entre unidades mecánicas y)	286
Ellis. (Sistema de tiro forzado de)	139
Embolo	191
— (Trabajo del)	180



Páginas

Enfriamiento. (Condensadores de)	206
Escalas termométricas	74
— — (Reducción de unas á otras)	76
Espejo ó placa de fricción	188
Espira de la hélice	37
Estays	113
Evaporización	81
Expansión fija y variable	217
Explosiones en las calderas	140
Extracciones	113 y 123

F

Fahrenheit. (Escala de)	74
Frigoríficas. (Mezclas)	79
Fórmulas, tablas y datos útiles para Maquinistas.	273
Forma más provechosa de emplear el carbón	269
Fox. (Horno)	106
Fuegos. (Manejo de los)	269
Fuerza centrífuga	12
— centrípeta	12
— (Momento de una)	31
Fuerzas	10
— (Sistema de)	16
Fusión. (Calor de)	78

G

Gases	8
— (Peso específico de los)	55
— (Dilatación de los)	69
Gatos.	41
Gaucho. (Helicoide).	39
Gay Lussac. (Ley de)	60
Giffard. (Inyector)	146



	<i>Páginas</i>
Gravedad	10 y 20
Grifos de prueba	114
Guarda calor.	113

H

Hanny. (Electrógeno)	127
Hélice	37
Hogar	108
Horno Fox	106
— Holmes	106
— Morison	107
— Purves	107
How. (Salinómetro de)	132
Howden. (Tiro natural)	139
Hullas	262
Humos. (Caja de)	109

Ch

Chimenea	112
Chumaceras	199

I

Impelentes. (Bombas)	95
Incrustaciones	123
Inglesas. (Medidas)	281
Interno. (Calor latente)	93
Injector Giffard	146

J

Joy. (Aparato de cambio de marcha)	227
--	-----



K

Páginas

Kilogrametro	15
Kingstons	113

L

Laval. (Turbina)	234
Legislación de Aduanas aplicables á máquinas y cal- deras	276
Ley de Mariotte	59
— — Gay Lussac	60

M

Manómetros	85
Máquina. (Rendimiento de una)	46
Máquinas simples	27
— de vapor. (Noticia histórica)	1
— — expansión sucesiva. (Clasificación de las)	229
— — tronco.	215
— — barra invertida	215
— — — directa	216
— — balancín	216
— (Clasificación de las)	175
— Compound	229
— Woolf	230
— Willians	247
— Whestinghouse	250
— (Poner en movimiento las)	251
— (Probar las)	254
— (Cómo se deben parar las)	255
— (Cuidados durante la marcha de las)	256
— (Principales órganos de las)	186
Mariotte. (Ley de)	59
Marshall. (Aparato de cambio de marcha)	225
Media presión. (Calderas de)	99



	<i>Páginas</i>
Medidas inglesas	281
Métrico. (Sistema)	279
Metros. (Reducción á medidas inglesas de los)	283
Mezclas frigoríficas	79
Momento de una fuerza	31
Momentos. (Teoría de los)	19
Morison. (Horno)	107
Motrices. (Fuerzas)	11
Movimientos. (Diferentes clases de)	25

N

Newcastle. (Carbón)	265
Nominal. (Caballo de vapor)	49
Noticia histórica de las máquinas de vapor	1

P

Palancas. (Diferentes clases de)	29
Parsons. (Turbina)	243
Pascal. (Principio de)	58
Peso específico	51
— de 1 dm ³ de diversas sustancias	52
— — 1 litro de algunos gases	55
— — los carbones	264
— y medidas del sistema métrico	279
— de 1 m ² de plancha de diferentes metales	288
Poleas	33
Placa de tubos	109
Plancha muerta	110
Potencia calorífica	263
Presión atmosférica.	63
— del vapor	83
— nominal	87
— media	184



Páginas

Prensa estopas	189 y 202
Puntos muertos	204
Purves. (Horno)	107

R

Raíces cuadradas y cúbicas.	289
Reamur. (Escala de).	74
Reducción de grados centígrados á Reamur y Farenheit	76
Regnaul. (Tablas de)	89
Regulador de alimentación Belleville	164
— — la turbina Laval	238
Rendimiento de una máquina	46
Resistencias pasivas	47
Rosca ó tornillo	40
Ruedas dentadas	45

S

Salinómetros	130
Saturación y ebullición del agua del mar	135
Saturado. (Vapor)	88
Sifones	95
Sistemas de fuerzas	16
— de distribución	223
Sistema métrico	279
Stepheson. (Aparato de cambio de marcha)	225

T

Tabla de metros, yardas y piés	283
Temperatura.	72
Tensión del vapor	83
Teoría de los momentos	19
Termómetro.	72



Termómetro. (Reducción de escalas del)	76
Tirantes	113
Tiro natural y forzado	136
Toma de vapor	110
Tornillo	40
— compuesto	44
— sin fin	44
Torno ó cabrestante	36
Trabajo mecánico	12
— útil	46
— del émbolo	180
— — vapor en una máquina	178
Transformación del movimiento alternativo	203
Trip'e expansión. (Máquina de)	177
Tubo de nivel	114
— — extracción	113
— — toma de agua	113
— — desahogo	115
— — inyección	209
Tubulosas. (Calderas)	149
Tubulares. (Idem)	102
Tuerca	40
Turbinas. (Principio en que se fundan las)	231
Turbina Laval	234
— Parsons	243

V

Vacío.	66
Válvula de comunicación	102 y 110
— — seguridad	115
— — retención	148
— — cuello	198
— atmosférica.	122
Vapor	66
— saturado	88



	<i>Páginas</i>
Vapor recalentado	88
— (Tabla de la fuerza elástica del)	89
— (Trabajo del).	178
Vaporización	80
Vástago	192
Velocidad	26
— angular	27
Volúmenes (Reglas prácticas para determinar áreas y)	273

W

Whestinghouse. (Máquina).	250
Willians. (Máquina).	247
Woolf. (Máquinas)	230
Worthington. (Bomba)	144



OBRAS

DE

Don Eugenio Agacino

Pesetas

Extracto y clave de la Legislación Marítima	10'00
Procedimientos militares para los Cuerpos de la Armada	7'50
Procedimientos militares para las Comandancias de Marina	5'00
El Inseparable del Marino. (En cooperación con D. Antonio Terry.)	10'00
Diccionario de la Legislación de Marina.	10'00
Apéndice núm. 1 al Diccionario	2'50
Don Alvaro de Bazán, juzgado por el Almirante Julién de la Gravière.	2'50
Un Almirante del Siglo XVI. (Premiada en Certamen público y pendiente de publicarse).	—
El verdadero Prior del Monasterio de la Rábida. (Premiada en Certamen público y pendiente de publicarse)	—
Cartilla de Máquinas de Vapor. (9. ^a edición)	5'00
Manual de Electricidad Práctica. (16. ^a edición empastada)	9'00
Código Penal de la Marina Mercante. (Presentada á la Superioridad).	—
Colección de artículos sobre construcción naval mercante.	1'50
Guía Práctica del Marino Mercante, (en rústica)	7'00
„ „ „ „ (empastada)	7'50
Manual del Maquinista de la Marina Mercante (Empastada) (Quinto millar)	8'00
Tratado de Navegación. (En cooperación con el Jefe de la Armada D. Ramón Estrada.) (En rústica)	15'00
Tratado de Navegación (Empastada).	18'00
Luces de situación y Reglas para evitar abordajes. (En cooperación con el Jefe de la Armada D. Ramón Estrada)	1'50
Los Contadores de Electricidad (3. ^a edición)	2'00
La Telegrafía sin hilos. (En cooperación con el Jefe de la Armada D. Ramón Estrada). (3. ^a edición)	8'00
Tablas de Mendoza. (Editadas con D. Ramón Estrada)	5'00
Los Rayos X y sus aplicaciones prácticas. (En cooperación con D. Ramón Agacino)	3'00

De venta en todas las Librerías de España
y Repúblicas del Centro y Sur de América



FUNDACIÓN
JUANELO
TURRIANO

LA TELEGRAFÍA SIN HILOS

Tercera edición * 500 páginas * 200 grabados

Precio: ptas. 8 (rústica)

La obra escrita en cooperación con el Capitán de fragata D. Ramón Estrada, ha sido un éxito de librería, pues en ocho meses fué agotada la PRIMERA EDICIÓN de crecidísimo número de ejemplares.

La SEGUNDA ha sido notablemente ampliada y hasta lleva nuevos Capítulos y Apéndices, dedicado uno de ellos á presentar todas las estaciones de este sistema que existen establecidas en los diferentes puntos del mundo y buques de guerra y mercantes.

El sumario es el siguiente:

- Capítulo I—Método conductivo.
— II—Método inductivo.
— III—Fundamento del método hertziano.
— IV—Descripción del sistema Marconi.
— V—Experiencias y perfeccionamientos.
— VI—Sintonía: Método para realizarla.
— VII—Telegrafía á grandes distancias.
Comunicaciones telegráficas.
— VIII—La Telegrafía sin hilos en Francia y España.
— IX—Sistemas alemanes de Telegrafía hertziana.
— X—Últimas noticias sobre los sistemas alemanes y norte americanos.
- Apéndice I—Ideas sobre la telegrafía sin conductores.
— II—Condensadores.
— III—Resistencia, inductancia y capacidad eléctricas.
— IV—Máquinas eléctricas.
— V—Carretes de inducción é interruptores.
— VI—Estaciones de T. S. H. funcionando ó montándose en 1905.



FUNDACIÓN
JUANELO
TURRIANO

MANUAL DEL MAQUINISTA

DE LA

MARINA MERCANTE

433 PÁGINAS.—137 GRABADOS.

PRECIO: 8 ptas. empastado-QUINTO MILLAR
EL PRIMER MILLAR SE PUBLICÓ EN AGOSTO DE 1901

~ ÍNDICE SINTÉTICO ~

Noticia histórica del origen, progreso y desarrollo de las Máquinas marinas.

Capítulo I.—Elementos de Mecánica y Física.

Capítulo II.—Calderas marinas y accesorios de las mismas.

Capítulo III.—Máquinas marinas y elementos auxiliares que las acompañan.

Capítulo IV.—Máquinas hidráulicas, refrigeradoras y de servicios auxiliares con aplicación á los vapores mercantes.

Capítulo V.—Propulsores de ruedas y hélices.

Capítulo VI.—Combustible.

Apéndice.—Legislación vigente para los Maquinistas de la Marina Mercante.

Esta obra está dedicada principalmente á los Maquinistas Navales. De su aceptación puede ser testimonio estar á la venta el **quinto millar**, á pesar de que solo hace cuatro años se dió á la publicidad el **primero**.

Su extensión se adapta al programa para exámenes de segundos Maquinistas navales.

De venta en todas las librerías á 8 ptas. encuadernados

El autor remite ejemplares franco de porte.



FUNDACIÓN
JUANELO
TURRIANO

MANUAL

— DE —

Electricidad Práctica

DÉCIMA QUINTA EDICIÓN

NOTABLEMENTE TRANSFORMADA Y AMPLIADA

700 PÁGINAS,-250 GRABADOS.

PRECIO: PESETAS. 9, EMPASTADO.

La aceptación de este libro queda demostrada, con solo decir van vendidos **24.000 ejemplares** en el transcurso de ocho años, de las **catorce** ediciones hasta el día publicadas.

Todas las nociones fundamentales, han sido notablemente ampliadas, así como el número de aparatos de medida y utilización.

Los **motores eléctricos**, los de **gas pobre** y la **hulla blanca**, son particulares nuevamente tratados con la extensión que se requiere.

Lleva un capítulo dedicado exclusivamente al **transporte de fuerza por la electricidad**.

Las aplicaciones de la energía eléctrica se han multiplicado grandemente y representa más de 150 páginas las que de aumento contiene el texto.

La edición **décima quinta**, que es un nuevo libro, acaba de ponerse á la venta.



FUNDACIÓN
JUANELO
TURRIANO

TRATADO DE NAVEGACIÓN

2 TOMOS • 800 PÁGINAS • 15 PTAS. RÚSTICA Y 18 EMPASTADO

Se hacía sentir la necesidad de un libro de esta índole, pues el tratado de Fontecha, á pesar de su indiscutible mérito, tiene 28 años de escrito.

Consta de tres partes, TRIGONOMETRÍA ESFÉRICA, ASTRONOMÍA y NAVEGACIÓN propiamente dicha.

Todos los instrumentos más nuevos con aplicación á la navegación se describen. La aguja náutica se la estudia en la medida de lo que en el día se precisa, y no es inferior á 200 páginas la parte de texto á ella dedicada.

El pensamiento que ha presidido para la redacción del libro es, hacerlo de modo que contenga los conocimientos prácticos que debe poseer el marino sobre el Pilotaje, dándose cuenta al propio tiempo del porqué de cuanto hace, y fundando las teorías en conocimientos elementales de matemáticas. La extensión de la obra no permite presentar el índice en extracto.

Es libro de texto en las Escuelas militares de España, Portugal, Méjico y Perú, y en 17 Escuelas Náuticas para la Marina Mercante.

COMISIÓN EN ESPAÑA.—15 por 100 venta en comisión, 20 por 100 al contado desde 20 ejemplares y 25 al contado si pasan de 100 los ejemplares que se adquieran.

LIQUIDACIÓN DE VENTAS.—Deberán efectuarse precisamente en el día 1.º de los meses de Enero, Abril, Julio y Octubre.



FUNDACIÓN
JUANELO
TURRIANO

LAS TABLAS DE MENDOZA

Los Sres. **Estrada y Agacino** acaban de publicar una nueva y económica edición de las **Tablas de Mendoza**, tan justamente mantenidas con renombre universal.

La escasez de ejemplares de las Tablas dichas, el amor con que el personal de Marina las protege y ampara, la simplificación obtenida mediante aplazamiento para otro tomo de cuanto se refiere al problema cada día más en desuso de distancias lunares, la reproducción por el fotograbado de la edición estereotípica del Depósito Hidrográfico de Madrid en garantía absoluta contra las erratas, y el modestísimo coste de pesetas **5** que le señalan los editores; constituyen una serie de ventajosas condiciones que hacen á este libro—ya famoso en la Náutica—cada día más aceptable.



LUCES DE SITUACIÓN

Y REGLAS

PARA EVITAR ABORDAJES

Esta obrita se recomienda por sí sola, desde el momento que su publicación tiene por finalidad facilitar á todo el mundo el buen cumplimiento de lo que se halla prevenido sobre luces y abordajes.

El índice sintético del libro es el que sigue:

- I.—Consideraciones sobre luces de situación y abordajes.
 - II.—Prevencciones para el Oficial de puente.
 - III.—Gemelos de mar.
 - IV.—Reglamento para evitar abordajes en la mar, con comentarios é ilustraciones para los principales artículos.
 - V.—Reglas para maniobrar de noche, puestas en verso, y en español é inglés.
 - VI.—Obligaciones de los Capitanes después de un abordaje.
 - VII.—Ejercicios prácticos sobre luces y reglas para evitar abordajes.
 - VIII.—Extracto de las diferentes Reales órdenes vigentes sobre estos particulares.
-

Este libro está escrito con la cooperación del capitán de fragata D. Ramón Estrada.

Se halla de venta en todas las librerías de España y América.



2



FUNDACIÓN
JUANELO
TURRIANO



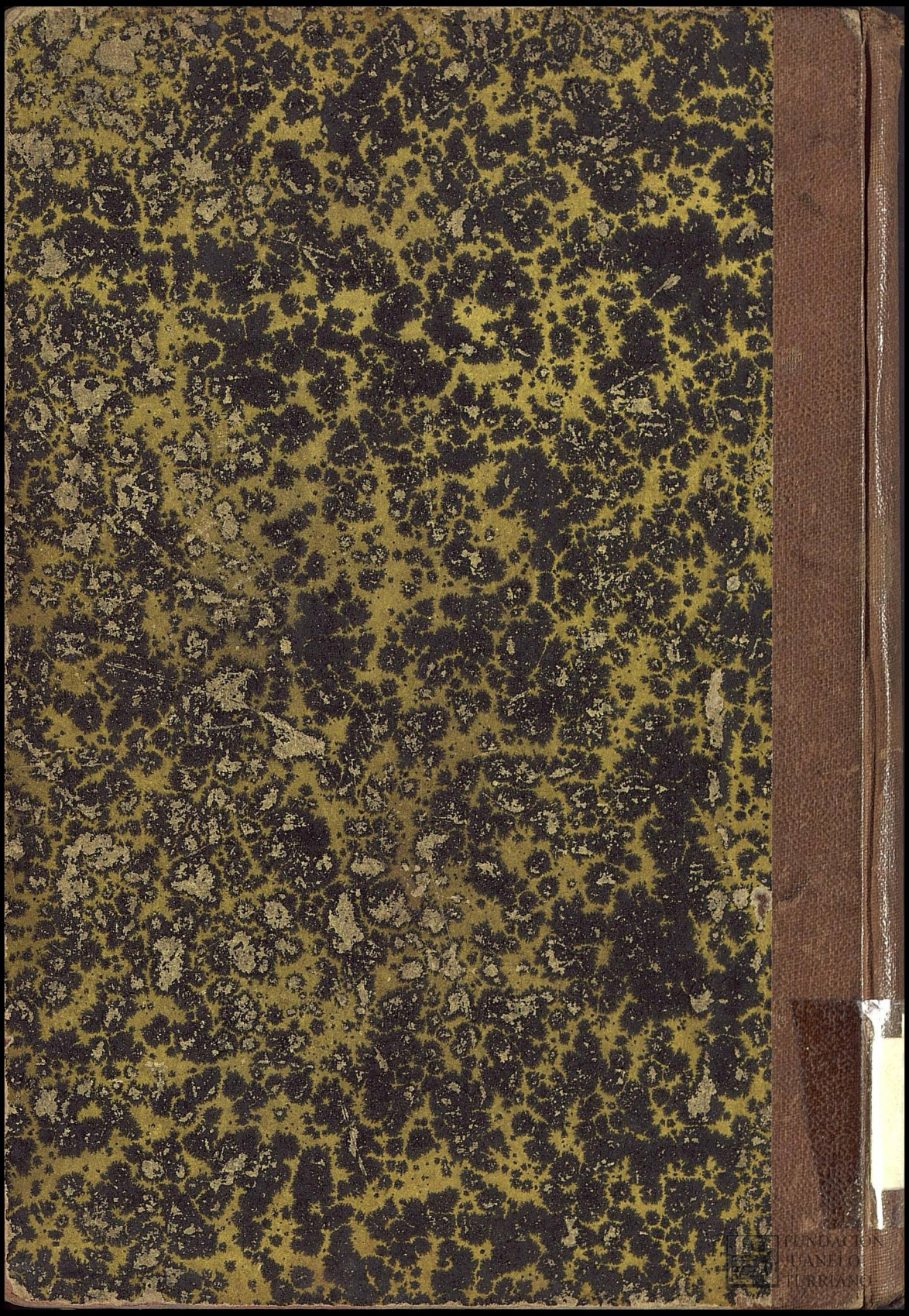
FUNDACIÓN
JUANELO
TURRIANO

Luis Remigio
Luis

Luis Remigio
Luis



FUNDACIÓN
JUANELO
TURRIANO



FUNDATION
MANLIO
TURRIANO